



Phys. Sp. 696.

m

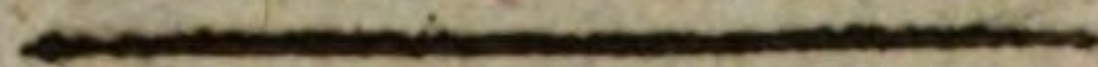
R

Alexander Volta's
meteorologische
Beobachtungen

befonders
über die
atmosphärische Elektricität.



Aus dem Italiänischen
mit Anmerkungen des Herausgebers
und Kupfern.



Leipzig,
in der Müllerschen Buchhandlung,
1799.

Alexander Volta's
meteorologische
Beobachtungen

besonders

über die

atmosphärische Elektricität.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Aus dem Königl. bairischen

Mit Anmerkungen des Herausgebers

und Kupfer.

Leipzig.

in der Meißnerischen Buchhandlung.

1793.

Vorrede des Herausgebers.

So wichtig auch das Studium der Meteorologie ist, und so ernstlich sich aus diesem Grunde angesehene Naturforscher in den neuern Zeiten beschäftigt haben, die Lücken auszufüllen, welche man in dieser Wissenschaft noch immer entdeckt, so sind doch noch unfreutig viele Gegenstände, worüber uns die Meteorologie belehren soll, in ein tiefes Dunkel eingehüllt, welches die vielen zu ihrer Aufklärung ausgedachten Hypothesen nicht aufzuhellen im Stande sind. Man erinnere sich nur, um sich hiervon zu überzeugen, an die Entstehung des Regens, an die Ursachen von dem Fallen und Steigen des Barometers, an die Natur des Nordscheins und andrer leuchtender Meteore. Alle diese Gegenstände haben eine Menge von Erklärungen erzeugt, aber keine einzige derselben ist noch frey von wichtigen Einwürfen, welche man entweder schon dagegen vorgebracht hat, oder doch wenigstens vorbringen könnte.

Diese Unvollkommenheit unsrer meteorologischen Kenntnisse muß für uns eine wichtige Aufmunterung seyn,

feyn, dieser Wissenschaft, deren mannichfacher Nutzen für das gemeine Leben so augenscheinlich ist, eine grössere Aufmerksamkeit zu schenken, und besonders diejenigen Hindernisse genau kennen zu lernen, welche bisher der immer weiter vorwärts schreitenden Vervollkommnung der Meteorologie im Wege gestanden haben. Eins dieser Hindernisse ist gewiss die Unvollkommenheit des meteorologischen Apparats, und der fehlerhafte Gebrauch, welchen man von übrigens guten meteorologischen Instrumenten gemacht hat. Man erinnere sich nur an die Beschaffenheit des Hygrometers, ehe LAMBERT dasselbe zuerst so verbesserte, daß es aus einem unbedeutenden Hygroskope nun ein solches Instrument wurde, durch dessen Beyhülfe wir nicht bloß erfahren, daß die Luft feuchter oder trockner, sondern auch, um wie viel sie beydes wurde. LOWITZ, DE LUC, DE SAUSSURE u. a. m. setzten diese Bemühungen eines LAMBERT, das Hygrometer immer mehr zu vervollkommen, mit Eifer fort, und dem letztern haben wir außer dem sehr empfindlichen Haarhygrometer auch das für die Meteorologie ungemein wichtige Werk: *Versuch über die Hygrometrie*, zu verdanken. Selbst die Streitigkeiten, welche er mit DE LUC über die Vorzüge seines Hygrometers vor dem Fischbeinhygrometer mit einiger Heftigkeit geführt hat, haben einige dunkle Punkte der Meteorologie

logie aufgeklärt und über die Eigenschaften eines guten Hygrometers mehreres Licht verbreitet. Das Barometer, welches seit seiner Erfindung so manche Veränderungen, welche freylich nicht allezeit Verbesserungen waren, erlitten hat, und als meteorologisches Instrument in so allgemeinem Gebrauche ist, hat seit jener Zeit erst richtige Beobachtungen über die absolute Grösse des Drucks der Atmosphäre auf die Oberfläche unsrer Erde geliefert, als man ausser einer sorgfältigern Verfertigung dieses Instruments auch den Einfluss mit in Anschlag brachte, welchen die Wärme der Atmosphäre auf die Verlängerung der Quecksilbersäule äussert. Ausser DE LUC, welcher die ersten genauen Untersuchungen über diesen Gegenstand angestellt hat, haben SHUKBURGH, ROY, ROSENTHAL und andre die Grösse dieses Einflusses der Wärme auf das Barometer berechnet und in genauen Tabellen die Resultate ihrer Untersuchungen zum allgemeinen Gebrauche mitgetheilt.

Ein andres Hinderniss, welches der Vollkommenheit meteorologischer Beobachtungen im Wege stand, war unstreitig dieses, dass man auf Dinge, welche in der Veränderung des Luftkreises eine ungemein wichtige Rolle spielen, so wenige Rücksicht genommen hat. Sonst glaubte man die vollständigsten Witterungsbeobachtungen gemacht zu haben, wenn man den Stand

des Barometers und Thermometers, die Richtung des Windes, die Ansicht des Himmels und die auffallenden Veränderungen in der Atmosphäre mehrere Mal des Tages beobachtete. Jetzt sind die Instrumente vermehrt, und man giebt nunmehr mit Recht auf Dinge Acht, deren Einfluss auf die Witterung man ehemals nicht anerkannte. Vorzüglich gilt dieses von der elektrischen Materie, deren Gegenwart bey verschiedenen Meteoren unleugbar ist, bey den mehresten aber bloß vermöge analogischer Schlüsse von einigen Naturforschern angenommen wird. Vielleicht gehen zwar die französischen Physiker, die Grafen DE TRESSAN, und DE LA CEPÈDE, ein Abt BERTHOLON u. a. m. zu weit, wenn sie die elektrische Materie als die allgemein wirkende Ursache aller Veränderungen sowohl in der Natur überhaupt, als besonders in der Atmosphäre ansehen, und mit einem Aufwande von Scharfsinn und Gelehrsamkeit überall elektrische Erscheinungen entdecken wollen. Aber kaltblütigere Naturforscher, ein FRANKLIN, DE LUC, DE SAUSSURE u. a. m., bemerken zwar die Spuren reger Elektricität bey vielen Naturerscheinungen, besonders bey dem Gewitter, bey dem Regen, bey dem Erdbeben, Nordseine u. s. w., aber sie entscheiden nicht vorschnell, ob die Elektricität jene Erscheinungen als wirkende Ursache hervorbringe, oder ob sie nur durch die von diesem letztern in der Atmosphäre

atmosphäre verursachten Veränderungen erst erzeugt oder wenigstens doch entwickelt werde.

Bey dieser Bedachtsamkeit verkennen sie indessen die Nothwendigkeit auf keine Weise, den Gang der atmosphärischen Elektricität eben so oft und genau zu beobachten, als es mit dem Gange des Barometers, Thermometers und Hygrometers zeither geschehen ist. Sie haben daher vorzügliche Aufmerksamkeit auf die Verfertigung bequemer, genauer und empfindlicher Instrumente gewendet, wodurch nicht bloß die Menge, sondern auch die Art der atmosphärischen Elektricität bestimmt werden kann. CAVALLO, DE SAUSSURE und VOLTA, dem die Elektricität und die Naturlehre überhaupt so manche wichtige Entdeckung zu verdanken hat, haben sich besonders viel Mühe gegeben, die Elektrometer zu meteorologischen Beobachtungen einzurichten, und ihnen die drey erwähnten Eigenschaften zu verschaffen. Der letztere Gelehrte hat die Einrichtung seines Elektricitätsmessers sowohl in einem besondern Aufsatze, welcher zu den Schriften irgend einer gelehrten Gesellschaft in Italien zu gehören scheint, als auch in den gegenwärtigen meteorologischen Briefen beschrieben, welche in der von BRUGNATELLI herausgegebenen Bibliotheca fisica d'Europa zuerst bekannt gemacht wurden.

Auch die magnetische Materie, welche so viele Aehnlichkeiten mit der elektrischen Flüssigkeit gemein hat, ist in den neuern Zeiten erst als ein Gegenstand meteorologischer Beobachtungen angesehen worden. Man bemerkte, daß die Magnetnadel zu verschiedenen Zeiten des Tages einen verschiedenen Stand hatte und daß diese tägliche Abweichung mit den Winden in einiger und mit dem Stande der Sonne in der stärksten Verbindung stehe. Man gab Instrumente an, um diese Veränderung messen, und ihre Stärke in die meteorologischen Tabellen eintragen zu können. Der Pater COTTE, der Graf CASSINI, WILKE, VAN SWINDEN u. a. verrichteten das erstere, und BRANDER, FORFIN, COULOMB u. s. w. das letztere mit aller Genauigkeit. Man suchte endlich auch die Ursache dieser täglichen Veränderung des Ganges der Magnetnadel ausfindig zu machen, und fand sie in dem Stande der Sonne. IOHANN CANTON, welcher fast 4000 Beobachtungen über diesen Gegenstand anstellte, war der erste, welcher diese Vermuthung aus seinen Beobachtungen herleitete; VAN SWINDEN bestätigte sie, und PREVOST (*de l'origine des forces magnetiques. Genev. 1788. 8.*) zog sogar die Vermuthung daraus, daß einer von den Bestandtheilen der magnetischen Materie eine von der Sonne gelieferte Substanz seyn möchte.

Ohne

Ohne mich hier auf die Würdigung dieser Prevostischen Hypothese einzulassen, oder den Grund der Viallonschen Meinung *), daß die tägliche Abweichung des Magnets von magnetischen Sphären der Sonne und des Mondes herrühre, zu untersuchen, bemerke ich bloß, daß nicht allein DE LUC (*sur les difficultés de la météorologie* in den Observat. sur la physique, sur l'histoire naturelle etc. Vol. XXXVII. Part. II. 1790. Seite 127.) und SENNEBIER (*sur les moyens de perfectionner la météorologie*) die Nothwendigkeit, die Magnetnadel nebst andern meteorologischen Instrumenten zu Rathe zu ziehen, behauptet haben, sondern daß auch die auf des verstorbenen Professors HEMMERS Veranlassung von dem jetzt regierenden Kurfürsten von Pfalz-Bayern gestiftete meteorologische Gesellschaft nebst andern meteorologischen Instrumenten auch bisweilen ein Brandersches Declinatorium zur täglichen Beobachtung ausgetheilt hat.

Die Briefe des Herrn VOLTA über meteorologische Gegenstände, besonders über die atmosphärische Elektricität, verdienen, neben den Werken eines TOALDO, Pater COTTE, DE SAUSSURE, von allen studiert zu werden, welche es sich zum täglichen

* 5

Ge-

*) Philosophie de l'univers. Par. 780.

Geschäfte machen, die mannigfaltigen Veränderungen der Witterung zu beobachten und ihre Ursachen zu ergründen. Auch der Liebhaber der Lehre von der Electricität wird sie nicht ungelesen lassen, weil sie über Elektrometer, den Gebrauch des Kondensators, die Erzeugung elektrischer Materie bey Verdampfungen u. f. w. viel schönes lehren.

Es scheint daher das Unternehmen, eine deutsche Uebersetzung dieser Briefe dem deutschen Publikum in die Hände zu liefern, den Beyfall fachkundiger Leser zu verdienen.

Die Uebersetzung rührt von dem Herrn Magister **SCHAEFER** her, welcher hinlängliche Sprach- und Sachkenntnisse besitzt, um dieser Arbeit alle Vollkommenheit geben zu können, welche sie verdient.

Inhalt.

Erster Brief.

S. 3

TIBERIUS CAVALLO's Elektrometer für die atmosphärische Elektricität. Verbesserungen, die der Verfasser an demselben angebracht hat. **Veränderte Pendel desselben.** Vortheile dieser Aenderung. **Zerstreuung der Elektricität durch die Spitzen.** Mittel, dergleichen Elektrometer unter sich und mit andern vergleichbar zu machen. **Komparabilität dieser Elektrometer.** Form des Fläschchens und der Skale. Lage des Auges beym Beobachten. **Verhältniß der Divergenz der Pendel zu der Kraft der Elektricität, welche sie aus einander treibt.** Vervielfachung einer gegebenen Elektricität. **Vorsichtsregeln bey dergleichen Versuchen.** **Eigenheit des Elektrophors in Beziehung auf die Stärke der Funken, die er giebt.** **Eigenschaft der Leidner Flasche, eine Ladung nicht sogleich ganz fahren zu lassen.** **Theilung einer gegebenen Elektricität.** **Vorsichtsregeln bey dergleichen Versuchen.** **Eigenschaft der Leidner Flasche, eine Ladung lange Zeit gleich stark zu behalten.** **Empfind-**

Empfindlichkeit der Pendel des atmosphärischen Elektrometers des Verfassers. Wie die Elektricität bey demselben zu messen ist. SAUSSURE's atmosphärisches Elektrometer. Nachteile desselben, und Vorzüge des Elektrometers des Verfassers. Verfertigung vergleichbarer Elektrometer dieser Art. Grösse des Fläschchens. Art und Weise, andere Elektrometer mit dem atmosphärischen Elektrometer des Verfassers, als einem Fundamentelektrometer, komparabel zu machen. HENLEY's Quadrantenelektrometer. Komparabilität der Grade desselben. Anfangs steigt das Pendel desselben am wenigsten. DE LUC's Elektrometer. Reduktion des Quadrantenelektrometers auf ein bestimmtes Verhältniß mit dem Fundamentelektrometer. LE ROY's und D'ARCY's Elektrometer zur Messung einer sehr starken Elektricität. LANE's Elektrometer. An der Messung sehr hoher Grade der Elektricität ist weniger gelegen, als an der richtigen Bestimmung der mittlern und der niedrigeren Grade. Mittel, die Quadrantenelektrometer, unabhängig von der Vergleichung mit dem Fläschenelektrometer, komparabel zu machen *). Quadrantenelektrometer als Norm. Wie viel man Elektrometer braucht. Verbindung des Kondensators mit dem Fläschenelektrometer. Vorzüge dieser Verbindung. Eigenthümliche Kraft des Kondensators, und Modifikationen derselben nach der Natur und dem Zustande der halbleitenden Fläche.

Zweyter Brief.

S. 61

Herrn TRALLES Elektrometer mit Haaren. Einwendungen gegen die Brauchbarkeit desselben. BENNET's höchst empfindliches Elektrometer mit Streifen von Blattgold. Es fehlt demselben an Komparabilität. Ein vollständiger elektrometrischer Apparat. Gesetze der elektrischen Attraktion u. s. w. Vergleichung der Kraft der elektrischen Attraktion mit der Kraft der elektrischen Repulsion. Die elektrische Zurückstossung ist nur scheinbar; sie rührt nicht von einer besondern Ursache, sondern von dem allgemeinen Gesetze der elektrischen Anziehung her. Neue Bestätigung des Grundgesetzes, daß nur auf die entgegengesetzte Art elektrisirte Körper

*) Vergl. den zweyten Brief zu Anfange.

Körper einander anziehen. DE SAUSSURE's Metalldraht am Flaschenelektrometer. Bewaffnung der Spitze dieses Drahtes mit einer Flamme; ein neuer Kunstgriff des Verfassers. (Beyläufig SAUSSURE's Verdienste um die Theorie der atmosphärischen Elektricität). Vorthelle dieses Kunstgriffs. Vermögen des Rauchs und der Flamme, das Elektrometer empfindlicher zu machen. Die Flamme saugt die elektrische Flüssigkeit aus der Luft wirklich ein.

Dritter Brief.

S. 97

Weiterer Verfolg der Vorthelle der vom Verfasser erfundenen Kunstgriffe, eine schwache Luftelektricität merklich zu machen. Unbequemlichkeiten bey dem Gebrauch des Kondensators. Von der Unbeständigkeit der Flamme hat man nichts zu fürchten. Wo der Kondensator zu brauchen ist. Verbindung des Kondensators mit den Franklinischen Leitern. Franklinische Leiter. Mängel derselben. Wahre Würdigung des Kondensators. Anderweitige Vermehrung des portativen Apparats zur Untersuchung der Luftelektricität. Probe der vom Verfasser mehrere Monate hindurch angestellten Beobachtungen über die Luftelektricität bey heiterem und unwölktem Himmel und in mehr oder weniger dicken Nebeln. Anwendung der elektrischen Drachen zur Untersuchung der atmosphärischen Elektricität.

Vierter Brief.

S. 136

Die Dämpfe geben, wenn sie sich verdichten, eine positive Elektricität zu erkennen. Versuche, welche dies darthun. Hieraus läßt sich die Entstehung der positiven Luftelektricität ganz ungezwungen erklären. Vergleichung der Flamme und der metallenen Spitzen mit einander in Rücksicht ihres Vermögens, die Elektricität nicht nur der Luft, sondern überhaupt allen andern Körpern, besonders den Nichtleitern zu entziehen. Beyläufig von der medicinischen Elektricität, und vom Einfluß der elektrischen Flüssigkeit auf Thiere und Pflanzen. Verschiedene Kraft der Körper, ihre Elektricität zurückzuhalten. Wie die Luft ihre Elektricität fahren läßt.

Fünfter

Fünfter Brief. S. 187

Im Freyen angezündete Feuer, ein Mittel, die Gewitter zu zerstreuen. Würdigung der gewöhnlichen Blitzableiter. Ob die Opferfeuer des Alterthums im Freyen einen physischen Grund gehabt haben. Von den Spitzen und der metallenen Bekleidung des Tempels zu Ierusalem.

Sechster Brief. S. 197

Regeln, die man bey den Versuchen über die künstliche Erzeugung der Elektricität durch Verdampfung oder Verbrennung zu befolgen hat. Warum diese Versuche vielen Physikern nicht gelingen wollen. Warum schon in einer kleinen Entfernung von der Erde, wo die Dünste noch nicht verdichtet zu seyn scheinen, an vollkommen heitern Tagen, und im lebhaftesten Sonnenscheine, dennoch die gewöhnlichen Zeichen der positiven Lustelektricität zum Vorschein kommen. Vergleichung der elastischen Dämpfe und der Dunstbläschen in Rücksicht ihrer Kapacität, elektrische Flüssigkeit und Wärmematerie zu binden. Warum glühendes Eisen oder Kupfer, auf welches man Wasser gießt, nicht eine negative, sondern eine positive Elektricität äussern. Negative Elektricität, wenn man Wasser auf glühende Kohlen spritzt, oder glühende Kohlen in Wasser eintaucht. Hypothesen von der Zusammensetzung der elektrischen Flüssigkeit und der Auflösung derselben in ihre Bestandtheile. Vertheidigung der Theorie des Verfassers von der Erzeugung der positiven Lustelektricität wider DE LUC's Einwendungen. Negative Elektricität während des Regens; Erklärung des Ursprungs derselben. Umstände, welche der künstlichen Erzeugung der Elektricität durch die Verdampfung nachtheilig sind. Einfluss der elektrischen Materie auf die Bildung der Dunstbläschen.

Siebenter Brief. S. 225

Elektricität der Wasserfälle und Wasserstrudel. Sie ist negativ. Sie ist eine Wirkung der Ausdünstung des Wassers, aber nicht der Reibung desselben mit der Luft *). Analogie

*) S. den Zusatz zu dem siebenten Briefe.

gie zwischen der elektrischen Flüssigkeit und der Wärmematerie. Unterschied beyder Materien. Bindung der Wärmematerie durch die Dünste. Erkältung bey dem Verdünsten. Hydraulische Maschine zu Schemnitz. Große Kälte in der Nähe eines Wasserfalls. Warum die negative Elektricität der Wasserfälle beständig sey, und durch die leitende Kraft des Wassers nicht vernichtet werde. Ob auch die Dunstbläschen Elektricität binden können. SAUSSURE's Meinung von der Kraft der Dunstbläschen, die elektrische Materie anzuziehen und zu binden. Wird widerlegt. Die Dunstbläschen sind der Erzeugung der bey dem Verdünsten entstehenden negativen Elektricität eher hinderlich. Eben so wenig beruht auf ihnen die Erkältung ausdünstender Substanzen. Die elastischen Dünste besitzen in Absicht auf die elektrische Flüssigkeit sowohl, als auf die Wärmematerie, eine weit größere Kapazität, als die Dunstbläschen. Die Dunstbläschen kommen in Rücksicht ihrer Kapazität vielleicht mit dem Wasser überein. Doch könnte ihre Kapazität auch wohl etwas größer seyn.

Zusatz zu dem siebenten Briefe.

S. 241

Ueber die Elektricität der Wasserfälle, wie fern das Reiben dabey mit im Spiel ist. Ursprüngliche Elektricität des Pulvers und der Spähne von sehr vielen Körpern, die man gewöhnlich für unelektrisch hält. Verschiedene Körper, ja fast alle diejenigen, die, so lange sie ganz sind, an einander oder gegen die Luft gerieben sich nicht elektrisiren lassen, geben, in Stückchen zerbrochen oder gepulvert, und dann gelind gerieben, oder auch nur in die Luft mit Gewalt geworfen, unzweydeutige Zeichen von Elektricität zu erkennen. Hieraus scheint das Leuchten, das man über gewissen Blumen hat sehen wollen, erklärt werden zu müssen. Des Verfassers Versuche mit dem Eise und Schnee in Beziehung auf die Erregung der ursprünglichen Elektricität durch Reiben. Gründe wider die Hypothese, daß Wassertropfen und Dunstbläschen durch das Reiben in der Luft elektrisirt werden können. Der flüssige und halbflüssige Zustand ist der Elektrisirung eines Körpers durch Reiben zuwider. Daber geben Körper, die viel wässrige Theile enthalten, wenn man sie auch pulvert oder schabt, keine Spuren von ursprünglicher Elektricität zu erkennen. Die Elek-

tricität

tricität der elastischen Dünste könnte eher auf der Reibung zu beruhen scheinen. Doch hat man mehr Grund, sie von der größern Kapacität dieser Dünste herzuleiten. Beweise davon. Positive Elektricität dieser Dünste und negative Elektricität des Apparats, von welchem sie aufsteigen. Wie sich die Sache mit den Gasarten verhält. Nach der Regel elektrisiren sie den Apparat eben so, wie die Dünste, und nach denselben Gesetzen negativ. Erklärung der Ausnahmen von dieser Regel. Verschluckung der Wärmematerie von den Gasarten bey ihrer Entstehung. Uebergang zur atmosphärischen Elektricität. Auch hier kommt es auf die vermehrte Kapacität der in der Luft aufsteigenden Dünste, und nicht auf die Reibung derselben in der Luft, an.

Alexan-

B r i e f e

über die

elektrische Meteorologie.

Erster Brief.

Als ich vor drey Jahren in Göttingen Ihre Bekanntschaft zu machen das Vergnügen hatte, trafen wir die Verabredung, unsere Ideen und Erfahrungen über die verschiednen Zweige der Naturlehre von Zeit zu Zeit einander schriftlich mitzutheilen. Wer hätte denken sollen, daß von dem Augenblicke an, da ich Göttingen verließ, unserm gegenseitigen Versprechen ganz zuwider ein dreyjähriges Stillschweigen erfolgen würde? Und dieß ist wirklich erfolgt; ganz gewiß durch meine Schuld, vielleicht aber auch mit durch die Ihrige. Dem sey nun, wie ihm wolle, so scheinen Sie mir deshalb mehr Tadel als ich zu verdienen; denn gewiß werden Sie diese Zeit über im Gebiete der Physik mehr Kenntnisse, als ich, eingesammelt, und selbst neue Entdeckungen gemacht haben, folglich hat es Ihnen unmöglich, wie mir, an Materie zu schreiben fehlen können. Ich für meinen Theil habe nur sehr wenig neue Untersuchungen angestellt, und mich meistens auf Wiederholung und Vervollkommnung alter eingeschränkt. Ich

rechne dahin die Vervielfältigung der eudiometrischen und anderer verwandten Versuche, wozu ich mich, wie sie wissen, eines eigenen Apparats und der entzündbaren Luft bediene.

Im Allgemeinen kennen sie bereits diese Vorrichtung, zu welcher mich bekanntlich die von mir gemachte Entdeckung, verschiedene Mischungen entzündbarer und respirabler Luft in verschlossenen Gefäßen durch den elektrischen Funken anzuzünden veranlaßt hat *). Allein die spätern Verbesserungen derselben sind Ihnen bis jetzt unbekannt geblieben. Meine Hauptabsicht dabey war, den Apparat auf denjenigen Grad der Vollkommenheit zu bringen, daß er nicht nur zu einer großen Mannigfaltigkeit von Versuchen dienen, sondern auch so gerade und bestimmte Resultate, als sich nur immer von einem physischen Werkzeuge erwarten lassen, geben könnte. Ich schmeichle mir auch, diesen Endzweck erreicht zu haben; wenigstens sind alle die Personen, denen ich den Apparat sowohl als die verschiedenen Versuche, zu welchen er bestimmt ist, habe zeigen können, vollkommen befriedigt worden.

Es ist hier nicht der Ort, Ihnen eine Beschreibung davon zu geben; dieß läßt sich nicht mit wenig Worten thun, und es fehlt mir jetzt an Musse, mich weitläufig darüber auszubreiten. Ich bin gesonnen, nächstens eine ausführliche, mit den nöthigen Figuren versehene Beschreibung dieses Apparats und der damit angestellten Versuche durch den Druck bekannt zu machen. Gern möchte ich indessen schon jetzt Ihnen einige Resultate dieser Versuche, welche ihrer Aufmerksamkeit nicht unwür-

*) Opuscoli di Milano A. 1781. und Journal de Physique A. 1783. Anmerk. des Verf.

unwürdig seyn dürften, mittheilen; allein auch dies würde mich zu weit führen, so daß ich es auf eine andere Gelegenheit zu versparen genöthigt bin.

Jetzt gedenke ich mich mit Ihnen über Gegenstände der natürlichen oder atmosphärischen Elektricität, besonders über einen von mir angewendten Kunstgriff, der an sich zwar ziemlich unbedeutend, allein für die elektrische Meteorologie von der größten Wichtigkeit ist, zu unterhalten.

Zuvörderst muß ich ihnen zeigen, wie weit ich die Vervollkommnung des so empfindlichen und bequemen Elektroskops, welches von TIBERIUS CAVALLO erfunden, und von Herrn DE SAUSSURE bereits größtentheils verbessert worden ist, getrieben habe. Dieses Werkzeug dient nicht nur zu mehreren feinen und lehrreichen Versuchen mit der künstlichen Elektricität ganz vortreflich, sondern leistet auch bey den Beobachtungen über die natürliche oder Lustelektricität, zu denen es sein Erfinder eigentlich bestimmt hat, den ausgedehntesten Nutzen. Die von Herrn DE SAUSSURE an demselben angebrachten Verbesserungen, die Ihnen schon bekannt seyn müssen, übergehe ich, und wende mich sogleich zu den meinigen.

Eine Verbesserung, die bey dem ersten Anblick unbedeutend scheint, und doch äußerst wichtig ist, besteht in der veränderten Form und Materie der Pendel. Die Kügelchen von Hollundermark etc. habe ich ganz weggelassen, und an die Stelle der dünnen Metalldrähte sind zwey, ungefähr zwey Zoll lange Strohhalme gekommen. Diese sind nebeneinander vermittelst sehr beweglicher Ringe aufgehängt, so daß sie sich der Länge nach berühren, oder doch nahe aneinander hängen. Nimmt man zwey recht dünne (höchstens eine Viertelnie dicke) und trockne Strohhalme, so sind sie so-

gar leichter, als die feinsten Metalldräthe, vollends weit leichter, als Drähte, die, wie gewöhnlich, unten Kügelchen haben. Uebrigens flossen sie sich ihrer größern Oberfläche wegen bey gleichen Graden der Elektricität auch stärker zurück, und gehen weiter auseinander.

Ein andrer Vortheil bey dem Gebrauche bloßer Strohhalme besteht darin, daß die geringste Entfernung derselben von einander leichter bemerkt werden kann; denn weil ihre Berührungslinie ganz in die Augen fällt, so kann auch die kleinste Divergenz nicht verborgen bleiben; da hingegen bey den mit Kügelchen versehenen Metalldrähten, weil sie um den Durchmesser eines solchen Kügelchen von einander abstehen, und sonst auch ihrer Feinheit halber ^{nicht} wohl nicht zu erkennen sind, besonders wenn man das Elektroskop in einiger Entfernung hält, oder den Versuch in etwas trüber Luft anstellt, eine kleine Divergenz der Drähte nicht so leicht zu bemerken ist, und die Entfernung der Kügelchen sich nur ungefähr schätzen läßt.

Allein sollten nicht die Enden so feiner Strohhalme als Spitzen wirken, folglich die Elektricität zu leicht fahren lassen? — Diefes hat man nicht zu befürchten. Die Zerstreung der Spitzen ist keinesweges so groß, wie sich viele vorstellen, wenn von einer so schwachen Elektricität die Rede ist, als mit diesem und andern sogenannten Mikroelektroskopen gemessen wird. Ich werde an einem andern Orte ausführlich zeigen, daß in diesem Falle die metallenen Spitzen fast gar nicht wirken; um so weniger werden dann die Spitzen unvollkommener Leiter, dergleichen die Strohhalme sind, die Elektricität zu zerstreuen im Stande seyn. Ich habe durch Versuche gefunden, daß die feinsten Strohhalme, wenn sie nur trocken sind, und das

Das Glas, worin sie sich finden, inwendig nicht feucht ist, zehn, zwölf und noch mehr Linien weit auseinander fahren, ohne die Elektricität durch ihre Spitzen zu zerstreuen, und, wenn das Glas auch von außen trocken ist, in dieser Lage eine beträchtliche Zeit lang bleiben. Sind die Strohhalme merklich dicker, so können sie eine zwey bis viermal stärkere Elektricität messen, ohne sie im geringsten zu zerstreuen.

Diesen Beobachtungen zu Folge habe ich mir zwey dergleichen Taschenelektroskope verfertigt. Das eine davon habe ich nach verschiedenen Versuchen, indem ich erst dickere Strohhalme, alsdann kleine Cylinder von Holz nahm, dahin gebracht, daß es nur eine Linie divergirt, wenn die dünnen Strohhalme des andern fünf Linien weit auseinander fahren. Die Elektricität, welche dieses minder empfindliche Elektroskop annehmen und behalten kann, treibt die Pendel desselben zehn bis zwölf Linien weit auseinander; ein Grad von Elektricität, der mehr als hinreichend ist, ^{um} den Funken zu geben, und sich selbst auf einem gemeinen oder Quadrantenelektrometer messen läßt.

Ich habe mich bemüht, auch das Quadrantenelektrometer mit meinen zwey Mikroelektroskopen vergleichbar zu machen. In dieser Absicht habe ich den Zeiger desselben Kork- oder Hollundermarkkugeln von verschiedener Größe tragen lassen, und dadurch sein Gewicht so lange verändert, bis ein Grad dieses Instruments mit zwey Graden des unempfindlichen, folglich mit zehn Graden des empfindlichen Elektroskops überein kam. Wenn also das empfindlichere Elektroskop, welches ich das erste Elektrometer nenne, zwanzig Grad, jeden von einer halben Linie, anzeigt, so habe ich in dem zweyten unempfindlichen vier, und im Quadrantenelektrometer, welches bey mir das dritte

heißt, zwey Grad; und so bekomme ich immer, wenn ich die Zahl der Grade des letzten mit einer Null vermehre, die Grade nach der Skale des ersten.

Recht gut! werden Sie sagen, wenn nur, was aber wohl schwerlich der Fall seyn wird, die angegebene Verhältniß zwischen den Graden dieser drey Elektrometer die ganze Skale durch gälte. — So viel ist doch ausgemacht, daß sie zwischen dem ersten und zweyten Elektrometer durchaus, und auch zwischen diesem und dem dritten innerhalb gewisser Grenzen, d. h. nicht unter funfzehn, und nicht über fünf und dreyßig Grad des Quadrantenelektrometers, Statt findet; disseits und jenseits dieser Grenzen bedarf ein solches Elektrometer gewisser Korrekturen. Ich übergehe jetzt das Quadrantenelektrometer, von dem ich, so wie von vielen andern verwandten Gegenständen, in meinen *Versuchen über die Elektrometrie*, woran ich seit einiger Zeit arbeite, handeln werde, und schränke mich hier darauf ein, die genaue Uebereinstimmung der zwey Mikroelektroskope, in den ersten sowohl, als in den letzten Graden ihrer Skale, darzuthun.

Aus der zahllosen Menge von Versuchen, welche ich in dieser Absicht angestellt habe, wähle ich einen vorzüglich genauen, der statt vieler dienen kann, und die Sache augenscheinlich machen wird. Ich brachte vermittelst eines eisernen Drahts die Hütchen der zwey Elektrometer in Verbindung, so daß sie einen einzigen Leiter ausmachten. Hierauf berührte ich den Leiter mit einer geladenen Leydner Flasche, wodurch die Pendel beym empfindlichern Elektrometer auf zwanzig Grad, folglich beym andern auf vier Grad auseinander getrieben wurden. Ich ließ sodann die Elektricität von selbst wieder abnehmen. Als das erste Elektrometer auf $17\frac{1}{2}$ Grad gefallen war, sahe ich das andere
auf

auf $3\frac{1}{2}$ stehen, und so wie jenes nach und nach an 15, $12\frac{1}{2}$, 10, $7\frac{1}{2}$, 5 kam, fiel dieses genau auf 3, $2\frac{1}{2}$, 2, $1\frac{1}{2}$, 1.

Es ist gar nicht schwer, diese korrespondirenden Grade in beyden Elektrometern zu bemerken; denn wenn die Werkzeuge gut eingerichtet sind, nimmt die Elektricität nur sehr langsam ab, so daß über eine Stunde, und zuweilen über zwey und drey Stunden Zeit verfließt, bevor alle Spuren derselben verschwinden. Ich habe dergleichen Beobachtungen in großer Menge und Mannigfaltigkeit mehrere Mahle mit der äußersten Genauigkeit angestellt, und immer gefunden, daß beyde Elektrometer sogar bis auf Viertelgrade auf das vollkommenste übereinstimmten.

Ich brauche wohl nicht erst zu erinnern, daß, wenn diese vollkommene Uebereinstimmung Statt finden soll, das Fläschchen viereckigt seyn, und die an einer der ebenen Seitenflächen desselben angebrachte Skale einen Kreisbogen darstellen muß, dessen Halbmesser die Pendel sind. Ich pflege mich dazu eines kleinen Papierstreifs zu bedienen, welchen ich mit etwas Wachs oder Leim aufklebe; ich mache auf demselben mit der Feder feine Striche, die genau eine halbe Linie von einander abstehen, alle nach dem Mittelpunkt des Kreisbogens zusammen laufen, und eben so viel Grade anzeigen. Um nun mit Genauigkeit bestimmen zu können, auf wie viel von solchen Graden die Elektricität steigt, muß man das Auge mit der Skale gleich hoch halten, so daß man die Spitze der Pendel den innern Rand des eingetheilten Bogens berühren sieht. Man sollte auch das Auge immer in gleicher Entfernung, z. B. einen Fuß weit, vom Instrumente halten; allein, wie bereits Herr DE SAUSSURE bemerkt hat, ein oder zwey Zoll mehr oder weniger machen in der Beobachtung einen so geringen Unterschied, daß man ihn ganz

aus den Augen setzen darf. Eben so wenig nimmt Herr DE SAUSSURE auf einen andern Fehler Rücksicht, welcher daher entspringt, daß er die Grade auf den Umfang einer Glocke oder einer cylindrischen Flasche aufträgt, denn da die Divergenz der Pendel in seinem Elektrometer niemals über sechs Linien ausmacht, so wird begreiflich auch dieser Fehler unbedeutend, und überdies ist dieses Instrument, wie Herr DE SAUSSURE selbst gesteht, nicht so beschaffen, daß sich davon die größte Genauigkeit in den Resultaten erwarten liesse. Allein bey dem meinigen, wo die Pendel über zwölf Linien weit aus einander gehen, und daß die Grade der Elektricität äußerst regelmässig und übereinstimmend misst, würde ein dergleichen Fehler von grosser Bedeutung seyn. Man sieht hieraus die Ursache ein, warum ich die Gestalt der Flasche sowohl als der Skale ändern zu müssen geglaubt habe.

Aus den obgedachten und andern ähnlichen Beobachtungen, in denen sich eine vollkommene Uebereinstimmung von fünf Graden des empfindlichern Elektrometers mit einem Grade des unempfindlichern durch die ganze Skale bis auf zwanzig und noch mehr Grade gezeigt hat, scheint mir zu folgen, daß alle Grade eines und desselben Elektrometers auch unter sich gleich sind, d. i. daß sie immer mit der Stärke der mitgetheilten Elektricität in gleichem Verhältnisse stehen, folglich die Divergenz der Pendel genau so wächst oder abnimmt, wie die Kraft, welche daher durch die Zahl der Grade mit völliger Richtigkeit gemessen wird. Um indessen diesen regelmässigen und gleichförmigen Gang meines Instruments, worin eben der Hauptvorzug desselben besteht, ausser allen Zweifel zu setzen, will ich noch einige andere Beobachtungen, woraus er gerade zu folgt, anführen.

Herr

Herr DE SAUSSURE ist den Gang seines Elektrometers zu bestimmen gleichfalls bemüht gewesen. Weil er dabey kein zuverlässiges Mittel finden konnte, eine gegebene elektrische Kraft nach Willkühr zu verdoppeln, zu verdreyfachen u. f. w., so hat er dieselbe auf die Hälfte, den vierten Theil u. f. w. zu bringen gesucht, und in dieser Absicht die einem Elektrometer mitgetheilte Elektrizität unter zwey gleiche Elektrometer u. f. w. vertheilt; ein Verfahren wodurch er seinen Entzwek vollkommen erreichte. Die Vervielfachung der Elektrizität anlangend, habe ich glücklicher Weise ein Mittel, dieselbe zu bewerkstelligen, entdeckt, das mir nichts zu wünschen übrig gelassen hat. Es ist folgendes.

Bekanntlich kann ein Elektrophor nach den ersten starken Funken, welche er frisch gerieben giebt, wenn man hierauf seine Kraft durch anhaltenden Gebrauch schwächt, oder ihn lange Zeit in Ruhe läßt, nur mittelmäßige und schwache Funken geben; indessen dauern doch diese eine lange Zeit mit gleicher Stärke fort, wenn man auch hundert und mehr Mahl den Deckel aufgehoben und niedergesetzt hat. Diese Eigenschaft des Elektrophors, daß die Stärke der Funken, welche der aufgehobene Deckel giebt, durch Ruhe nicht weiter, wenigstens auf keine in die Sinne fallende Weise geschwächt wird, hat mich auf folgendes Verfahren geleitet. Ich lasse zwey, drey bis vier Funken in den Haken einer Leydner Flasche schlagen, bis ich bey der Berührung des Hütchens meines Elektrometers mit dem Haken die Pendel einen oder ein paar Grad auseinander gehen sehe. Finde ich nun, daß z. B. drey dergleichen Funken nöthig sind, um die Pendel auf zwey Grad aus einander zu treiben, so lasse ich in den Haken der Flasche noch drey Funken schlagen, und berühre

rühre das Elektrometer wiederum. So gehen die Pendel juſt um vier Grad auseinander. Durch drey neue Funken werden ſie auf ſechs, und durch immer gleiche Vermehrung der Ladung der Flaſche auf acht, zehn, zwölf, vierzehn, ſechzehn, achtzehn, zwanzig, zwey und zwanzig Grad auseinander getrieben.

Dieſer Verſuch iſt, wie man ſieht, nicht minder einfach, als entſcheidend, ſo daſs nicht der geringſte Zweifel mehr übrig bleiben kann. Ich habe ihn ſehr oft unter den mannigfaltigſten Abänderungen wiederholt, und immer iſt die Divergenz der Pendel zwey, drey, vier, zehn mal größer geworden, wenn die Stärke der Ladung oder die Anzahl der Funken, welche ich in die Leydner Flaſche ſchlagen lieſs, um eben ſo viel zunahm. Um allen Einwendungen^{zu} vorzukommen, habe ich dieſe Verſuche, die, wenn ſie gehörig angeſtellt ſeyn ſollen, nur einige leichte Vorſichtsregeln nöthig machen, auch in Gegenwart verſchiedener Sachkundiger Perſonen wiederholt, und alle ſind durch die Reſultate vollkommen befriedigt worden.

Die wichtigſte Vorſichtsregel, welche man bey dergleichen Verſuchen befolgen muſs, iſt dieſe: die Leydner Flaſche muſs nicht die mindeſte Elektrizität enthalten, wenn man ſie durch die erſten Funken des Elektrophors zu laden anfängt. Folglich muſs ſie ſeit langer Zeit keine Ladung, beſonders keine ſtarke, erhalten haben; denn es hält ziemlich ſchwer, ihr alle Elektrizität wieder zu entziehen, man mag auch noch ſo oft beyde Belegungen zugleich berühren. Man laſſe einmal nach dergleichen wiederholten Berührungen die Flaſche einen Augenblick in Ruhe; ſo bekommt ſie in kurzer Zeit ſo viel Kraft wieder, daſs ſie die Pendel des Elektrometers um einige Grade auseinander treibet, und dieſe

se Kraft wächst hierauf allmählich auf mehr Grade, bis sie sogar Funken zu geben im Stande ist. Diese Elektricität kommt, wie der berühmte BECCARIA richtig bemerkt hat, von dem unbelegten Rande der Flasche; denn während der Ladung ergießt sich auch über den unbelegten Theil derselben etwas Elektricität, welche sich hierauf, nachdem die Flasche entladen worden, allmählig in die Belegungen zieht, und so eine neue kleine Ladung verursacht. Wenn man nun eine solche dem Anschein nach entladene Flasche braucht, und, während daß man sie durch die Funken des Elektrophors von neuem ladet, die rückständige Elektricität sich in die Belegungen zieht, so muß nothwendig auf eine doppelte, dreyfache, vierfache Anzahl von Funken, wenn sie gleich an Stärke übereinkommen, dennoch eine grössere oder kleinere Ladung, als verhältnismässig seyn sollte, erfolgen, je nachdem die in dem Rande der Flasche zurückgebliebene Elektricität gleichartig oder ungleichartig ist. Wenn ich also sage, daß die Versuche nicht den geringsten Zweifel mehr übrig lassen, so meine ich solche Versuche, die mit der gehörigen Genauigkeit angestellt worden sind.

Noch muß ich einem Einwurfe begegnen und dies ist folgender. Die Flasche, welche sich in dem Maasse, wie sie Funken vom Deckel des Elektrophors bekommt, immer mehr und mehr ladet, erhält die Funken nicht immer ganz, am wenigsten zu Ende, sondern es bleibt im Deckel, soviel von jedem Funken zurück, als der Stärke der Ladung, welche die Flasche schon erhalten hat, das Gleichgewicht hält. Geht man daher im Laden weit fort, so wird der Deckel, nachdem er einen Funken der Flasche abgegeben hat, noch so viel Elektricität zurück behalten haben, daß er einem andern Körper gleichfalls einen Funken zu geben im Stande ist.

ist. — Recht gut! Allein wie stark kann denn in den Versuchen von denen hier die Rede ist, die Leydner Flasche durch zwanzig, dreyßig bis vierzig schwache Funken eines mittelmässigen Elektrophors geladen werden? Nur so stark, daß die Pendel des empfindlichsten Elektrometers, funfzehn, achtzehn höchstens zwanzig Grad auseinander gehen. So viel also und nicht mehr kann der Ueberrest der Elektrizität betragen, welchen der Deckel, als er den letzten Funken der Flasche gab, zurück behalten hat. Dieser Rückstand beträgt vielleicht noch nicht $\frac{1}{20}$ der elektrischen Kraft, welche der Deckel äussert, wenn er aufgehoben den Funken an den Hacken der Flasche abgiebt; denn wenn auch der Elektrophor so schwach elektrifizirt ist, wie ich ihn zu solchen Versuchen brauche, so treibt er dennoch das Quadrantenelektrometer ohngefähr auf vierzig Grad, die vierhundert Graden des Mikroelektrometers mit Strohhalmen gleich sind. Behält aber der Deckel nur $\frac{1}{20}$ zurück, wenn er den letzten Funken an die Flasche abgiebt, so muß bey den vorhergegangenen Funken, da die Flasche noch nicht so stark geladen war, verhältnismässig noch weniger zurück geblieben seyn. Hieraus erhellt, daß von der Totalsumme der Funken bey weitem noch kein Zwanzigstel abzuziehen seyn wird, und daß man folglich, ohne sehr zu irren, annehmen kann, daß die Funken ganz in die Flasche übergegangen sind. Indessen wird selbst dieser so geringe Unterschied, wenn man nur recht aufmerksam ist, durch das Elektrometer bemerklich; so ungemein groß ist die Genauigkeit dieses Instruments. Man bemerkte nemlich, daß an den sechzehn oder zwanzig Graden, um welche die Pendel, der Anzahl der Funken zu Folge, aus einander gehen sollten, etwa ein halber Grad fehlt. — Der Einwurf verschwindet also ganz; ja er diene sogar, die erstaunenswürdige

tige Gleichheit der Grade unsers Elektrometers darzuthun.

Nach so entscheidenden Beweisen scheint es unnöthig, noch andere anzuführen; indessen mögen auch diejenigen Versuche hier eine Stelle finden, da ich eine gegebene Elektricität in zwey, vier u. m. gleiche Theile getheilt, und die Stärke derselben vor und nach jeder Theilung mit dem Elektrometer gemessen habe. Alle diese Versuche haben mir vollkommen übereinstimmende Resultate gegeben, d. h. so oft ich die Elektricität genau halbirt hatte, ist auch die Anzahl der Grade des Elektrometers genau auf die Hälfte, von zwanzig auf zehne, von sechzehn auf achte, von zwölf auf sechse, von acht auf viere, und so durch alle andere Zwischengrade durch, gefallen.

Um die Elektricität genau zu halbiren, habe ich mich drey verschiedener Methoden bedient. Die erste war eben die, nach welcher Herr DE SAUSSURE die Theilung zu bewerkstelligen suchte: das heißt, nachdem er bald eine schwache, bald eine starke Elektricität in ein Elektrometer geleitet hatte, theilte er selbige durch eine unmittelbare Kommunikation einem andern, ganz gleichen, mit jenem in Rücksicht des Ganges durchaus übereinstimmenden Elektrometer mit.

Die zweyte Methode bestand darin, daß ich zwey ziemlich grofse und durchaus gleiche Leiter miteinander in Verbindung brachte. Nachdem ich sie zu so einer Zeit, welche der Dauer der Elektricität günstig war, vollkommen isolirt hatte, elektrisirte ich einen derselben schwach, bis sich die Grade der Elektricität mit dem empfindlichsten oder dem andern Elektrometer bemerken liefsen. Hierauf brachte ich mit demselben den andern gleichen,
nicht

nicht elektrisirten Leiter in Berührung, und entfernte sie sodann wiederum von einander. Wenn ich nun beyde Leiter einzeln mit einerley Elektrometer untersuchte, so zeigte mir jeder juſt die Hälfte der vorigen Anzahl der Grade. Ganz anders verhielt ſich die Sache, wenn die beyden Leiter in Verbindung oder ſehr nahe bey einander blieben; denn weil alsdann die elektriſchen Atmoſphären zum Theil in einander eindringen, d. h. die Elektriſität des einen ſowohl als des andern Leiters durch die gegenseitige Einwirkung ſtärker ward, ſo mußte nothwendig die Intenſität in beyden Leitern wachsen, und das Elektrometer höher ſteigen, was jedesmal geſchieht, ſo oft zwey gleichartig elektrisirte Leiter in Verbindung kommen. Ihnen und allen denen, welche die Wirkung der elektriſchen Atmoſphären kennen, wird die Sache von ſelbſt einleuchten, ohne daß ich mich weiter dabey aufzuhalten nöthig habe.

Endlich die dritte Methode, welcher ich mich häufiger bedient habe, anlangend, habe ich unter völlig gleiche Leydner Flaſchen kleine Ladungen, die ſich mit meinem ⁿElektrometerⁿ meſſen ließen, vertheilt. Ich beſitze mehrere ſolcher Flaſchen von bömiſchem Kryſtallglaſe, die ſich an Gröſſe, Dicke des Glaſes und Belegung vollkommen gleichen. Eine von dieſen ^uladete ich ſo, daß ſie die Pendel des Elektrometers irgend eine Anzahl von Graden, von zwey Graden an bis zwanzig, auseinander trieb. Hierauf ſchwächte ich ihre Ladung vermittelt einer andern Flaſche, die ohne alle Spuren von Elektriſität war, indem ich die äußern Belegungen ſowohl als die Hacken beyder Flaſchen in unmittelbare Berührung brachte, und ſie darin eine gute halbe Minute lang erhielt. Wenn ich hierauf mit der einen ſowohl als mit

mit der andern Flasche dasselbe Elektrometer berührte, so bemerkte ich immer, daß nunmehr die Pendel gerad auf die Hälfte der vorigen Anzahl der Grade auseinander getrieben wurden. Zuweilen habe ich die Ladung einer Flasche durch die Berührung derselben mit zwey andern gleichen Flaschen geschwächt, folglich dieselbe in drey gleiche Theile getheilt; und auch dann habe ich bemerkt, daß das Elektrometer nach einer solchen Vertheilung just ein Drittel der vorigen Anzahl der Grade anzeigte, z. B. sechs Grade, wenn es vorher achtzehn gewesen waren.

Diese letzten Versuche mit den Leidner Flaschen, wodurch die vollkommene Gleichheit der Grade in dem nach meiner Methode verfertigten Elektrometer bewiesen werden soll, gehen meistens besser von statuten, als die Versuche mit den bloßen Leitern. Die Ursache dieses Unterschieds ist, daß eine gehörig eingerichtete Leidner Flasche eine Ladung, auch bey nicht sehr günstiger Witterung, lange Zeit gleich stark behält, ohne die geringste Verminderung derselben zu leiden; eine Eigenschaft, die von ihrer grossen Kapazität herrührt. Die Leiter hingegen verlieren, so gut sie auch immer isolirt seyn mögen, ihre Elektrizität augenscheinlich, wenn die Luft nicht recht trocken ist. Meine Flaschen, deren Hals mit Siegelack überzogen ist, behalten in der feuchtesten Witterung eine Ladung von zwanzig Graden des Mikroelektrometers eine Viertelstunde lang und wohl noch längere Zeit ohne eine merkliche Verminderung; wovon ich mich überzeugen kann, wenn ich das Elektrometer mit einer und derselben Flasche während dieser Zeit mehrere mahle berühre.

In dieser Rücksicht sind die Versuche mit den Leidner Flaschen offenbar genauer und leichter, und lassen sich bey jeder Witterung mit gutem Erfolge anstellen.

stellen. Allein auf der andern Seite ist es weit schwerer, zwey Flaschen, als zwey Leiter, genau von einerley Kapazität, wie hier nöthig ist, zu bekommen; denn da es bey den Leitern genug ist, wenn sie nur einerley Form und Dimensionen haben, so ist bey den Flaschen überdieß noch auf die Dicke des Glases Rücksicht zu nehmen, welche bekanntlich auf die Kapazität derselben einen so großen Einfluss hat. Dann sind bey den Versuchen selbst einige Vorichtsregeln zu beobachten, wenn man nicht in Irrthum gerathen will. Man muß, wie schon oben erinnert worden, die Hacken einige Zeit lang sich einander berühren lassen, damit die Ladung gehörig vertheilt werde; sonst behält die geladene Flasche etwas mehr als die Hälfte zurück, und in die andere geht weniger als die Hälfte über. Vorzüglich ist auch hier darauf zu sehen, daß die Flasche, der man die Elektricität der geladenen mittheilen will, nicht schon etwas Elektricität enthalte; sie muß folglich seit langer Zeit keine Ladung erhalten haben, die sich, wenn sie gleich ganz verschwunden zu seyn schiene, dennoch einigermaßen wieder herstellen könnte, indem sich der Rückstand, wie oben bemerkt worden ist, aus dem unbelegten Rande in die Belegungen zöge, wodurch denn das Resultat des Versuchs nothwendig verändert werden müste.

Dieß ist die andere Reihe von Versuchen, wodurch ich mich von dem gleichförmigen, höchst regelmässigen Gange meiner Elektrometer und der vollkommenen Uebereinstimmung ihrer Grade überzeugt habe.

Noch muß ich hier eines Umstandes erwähnen, welcher beym ersten Anblik eine Kleinigkeit scheinen möchte, allein durchaus nicht übersehen werden darf, wenn man nicht in sehr große Irrthümer gerathen will. Wenn die Strohhalm z. B. eine Viertellinie dick sind,

find *), und sich einander berühren, so stehen ihre Achsen um eine Viertellinie, oder ^{um} ~~den~~ einen halben Grad von einander ab. Allein besser ist es, wenn sie sich nicht berühren; denn bey der Berührung sind sie gegen sehr schwache elektrische Zurückstossungen unempfindlich, weil diese von der Anziehung des Zusammenhanges, welche in der ganzen Berührungslinie Statt findet, überwunden werden. Diefes läßt sich durch folgenden Versuch darthun. Wenn man z. B. ein leicht geriebenes Stük spanisches Wachs dem Hütchen des Elektrometers allmählich nähert, so gehen die Strohhalme nicht auseinander, und erst dann, wenn sich der elektrifirte Körper mehr genähert hat, gehen sie plötzlich von einander los, und machen einen Sprung von zwey bis drey Graden. Man thut daher besser, wenn man die Strohhalme in einer kleinen Entfernung, etwa von einer Viertellinie von einander aufhängt. In diesem Falle wären ihre Achsen eine halbe Linie, oder nach meiner Skale einen Grad von einander entfernt. So läßt sich die gedachte Unbequemlichkeit vermeiden, und die Strohhalme werden empfindlicher.

Ist aber alsdann die Empfindlichkeit der Strohhalme so groß, daß sie durch eine Elektrizität von einem halben oder von drey Viertel Grad afficirt werden können? Nein! Sie werden nicht einmal durch einen ganzen Grad afficirt. Steigt die Elektrizität auf anderthalb oder auf zwey Grad, so entfernen sie sich erst einen halben oder einen Grad, und nicht mehr; das heist, ihre Achsen zeigen alsdann andert-
 halb oder zwey Grad mit Einschluss des Grades an, den sie schon vorher anzeigten, als die Strohhalme,
 B 2 ohne

*) Die Strohhalme des empfindlichern Elektrometers müssen eher dünner, allein die des andern, wovon ein Grad fünf Graden des ersten gleich ist, merklich stärker, z. B. eine halbe Linie und darüber dick seyn.

ohne im mindesten elektrisirt zu seyn; parallel neben einander hiengen; ein Umstand, welcher gewiss Verwunderung erregen wird.

Ich habe versuchen wollen, ob sich dasselbe ereignen würde, wenn ich die Strohhalme so weit von einander parallel aufhienge, daß ihre Achsen drey Viertel bis eine Linie, d. i. anderthalb bis zwey Grad meiner Skale entfernt wären; und auch dann habe ich gefunden, daß die Strohhalme durch eine Elektricität von anderthalb oder zwey Graden gar nicht, wenigstens nicht so afficirt wurden, daß sie sich merklich von einander entfernt hätten.

Will man folglich die Stärke der Elektricität mit solchen Elektrometern messen, so ist nicht darauf zu sehen, wie viel Grade und Theile eines Grades die Strohhalme von ihrer natürlichen Lage abgewichen sind, oder wirklich durchlaufen haben; sondern man hat nur zu bemerken, wie viel Grade die Achsen der Strohhalme anzeigen, und diese muß man dann für eben so viel Grade der Elektricität rechnen, ohne davon diejenigen Grade oder Theile eines Grades abzuziehen, um welche die Achsen im natürlichen Zustande, wenn die Strohhalme parallel und unthätig hängen, von einander abstehen. Und dies ist etwas sehr leichtes, da man das Instrument nur anzusehen braucht, um die Stärke der Elektricität sogleich zu wissen.

Von dem, was ich hier behaupte, habe ich mich eben durch die Versuche überzeugt, wodurch ich den gleichförmigen Gang meines Elektrometers die ganze Skale hindurch darzuthun bemüht gewesen bin. Wenn z. B. die Achsen der parallel hängenden und ganz unthätigen Strohhalme drey Viertellinien oder anderthalb Grad meiner Skale von einander abstunden, und dann eine mit drey Funken des Elektrophors geladene Leidner Flasche die Strohhalme nur so weit auseinander trieb,

trieb, daß die gedachten Achsen sich auf zwey Grad, d. i. jußt eine Linie weit entfernten: so hätte man glauben sollen, daß die Stärke dieser Elektrizität nur einen halben Grad geschätzt werden müßte, weil die Strohhalme von ihrer natürlichen Lage nur so weit und nicht weiter abgewichen waren; daß folglich, wenn man die Ladung der Flasche mit drey andern gleichen Funken verdoppelte, die Divergenz der Strohhalme um eben so viel zunehmen, d. i. von zwey auf drittehalb Grad steigen würde. Allein ich habe gefunden, daß sich die Sache ganz anders verhält. Die doppelte Ladung treibt die Strohhalme (ich verstehe immer ihre Achsen) auf vier Grad; eine dreyfache Ladung, da die Flasche neun Funken erhalten hat, auf sechs Grad; eine vierfache, oder zwölf Funken, auf acht Grad u. s. w. Dasselbe geschieht, wenn man die Elektrizität auf irgend eine Art halbird. Hat z. B. die Divergenz der Strohhalme vor der Theilung vier Grad betragen, so fallen sie nach derselben jußt auf zwey, d. h. sie weichen von ihrer natürlichen Lage nur noch einen halben Grad ab.

Man sieht hieraus, daß der Fehler sich vervierfachen würde, wenn man die Elektrizität, welche die Strohhalme einen halben Grad von einander zu bewegen anfängt, und nur so weit von ihrer natürlichen Lage abbringt, auch nur einen halben Grad stark schätzen wollte, da sie doch in diesem Falle zwey Grad beträgt. Ich habe folglich nicht ohne guten Grund behauptet, daß dergleichen dem Anschein nach kleinliche und unbedeutende Umstände von der größten Wichtigkeit sind.

Es ist zwar, wie oben bemerkt worden ist, nicht gut, wenn die Strohhalme, indem sie parallel hängen, einander berühren; allein auf der andern Seite ist es doch auch, wie man nun begreifen wird, nicht wenig

vortheilhaft, sie so nahe als möglich, aneinander zu bringen, und recht feine und gerade Strohhalme zu nehmen, damit ihre Achsen weniger als einen Grad von einander absteilen. Beträgt die Entfernung der Achsen noch keinen halben Grad*), so ist es noch besser; denn alsdann werden sie durch eine Elektricität von einem halben Grade afficirt werden. Weiter habe ich es noch nicht bringen können, ob ich gleich auf meiner Skale sogar Viertel eines Grades recht gut unterscheiden kann. Allein um die Trägheit der Strohhalme zu überwinden, ^{um} und sie Anfangs in Bewegung zu setzen, ist, wenn sie auch nur ein Haar breit von einander absteilen, doch mehr als ein Viertelgrad Elektricität nöthig, so wie den vorhin angeführten Beobachtungen zu Folge die Elektricität, um dasselbe zu bewerkstelligen, über einen halben oder ganzen Grad betragen muß, wenn die Achsen der Strohhalme schon von selbst so weit absteilen.

Woher kommt es aber wohl, daß die Elektricität von einem halben, einem, und selbst zwey Graden gar nicht merklich wird, oder wenigstens keine in die Augen fallende Divergenz, sondern kaum eine schwache Spur von Bewegung, gleichsam eine Art von Schwanken bey den Strohhalmen verursacht, wenn diese schon von selbst so weit von einander entfernt sind?

Vielleicht irrt man nicht sehr, wenn man annimmt, daß die elektrische Atmosphäre sich nicht über jene Grenzen hinaus erstreckt, also bey einer Elektricität von einem halben Grade eine Viertellinie vom Mittelpunkte, d. i. von der Achse jedes Pendels, bey einem Grade eine halbe Linie, bey zwey Graden eine Linie

*) Man kann es dahin bringen, wenn man Strohhalme nimmt, die nur ein Sechstel einer Linie dick sind, und sie sorgfältig aufhängt.

Linie etc. weit aufhört, und dafs das Gewicht der so sehr leichten Pendel für nichts zu achten ist, folglich diese ohne den geringsten merklichen Widerstand ausweichen, und auseinander gehen, sobald die elektrische Atmosphäre mit ihren äuffersten Grenzen an sie trift. Hieraus würde auch einiger Massen erhellen, warum die Divergenz der Pendel juft zwey, drey, viermahl u. f. w. die ganze Skale hindurch gröfser wird, wenn man die Elektrizität zwey, drey, viermahl u. f. w. stärker macht. Allein ich übergehe hier diese und andere Muthmafsungen, auf die man noch verfallen könnte, und überhaupt alles, was die Erklärung mittelbar oder unmittelbar betrifft, und fchränke mich jetzt blofs auf die Thatfache ein.

Nachdem wir uns von der vollkommenen Gleichheit der Grade meines Elektrometers und von dem immer gleichförmigen Gange desselben auf alle mögliche Arten überzeugt haben, so wollen wir es mit DE SAUSURE's Elektroskop vergleichen, das bekanntlich metallene, mit Kügelchen versehene Drähte zu Pendeln hat. Meinen Versuchen zu Folge hat diefs Instrument, die Kügelchen mögen auch noch so klein und leicht seyn, keinesweges einen regelmässigen und gleichförmigen Gang. In der That fehlt gar viel daran, dafs dergleichen Pendel durch die doppelte, dreyfache, vierfache etc. Elektrizität zwey, drey, viermahl etc. weiter auseinander getrieben werden sollten. Herr DE SAUSURE hat diesen Fehler seines Instruments eingesehen, und demselben abzuhelpen gesucht. Um nun genau zu erfahren, was ihm mit Recht von grofser Wichtigkeit zu seyn schien, in welchem Verhältnisse die Grade seines Elektrometers mit der Stärke der Elektrizität stünden, hat er mehrere Versuche angestellt, und denselben zu Folge eine Korrektionstabelle entworfen.

Zum Grunde dienen dieser Tabelle folgende Versuche *). Er nahm zwey völlig gleiche Elektrometer, elektrisirte das eine so stark, daß die Küchelgen just sechs Linien weit auseinander giengen, und berührte hierauf den Hacken desselben mit dem Hacken des andern Elektrometers, welches ohne alle Spuren von Elektricität war. So zeigte sich in beyden eine Divergenz von vier Linien, statt daß sie nur drey Linien hätte betragen sollen. Hierauf entzog er dem einen Elektrometer alle Elektricität, und brachte es mit dem andern, welches immer noch vier Linien divergirte, von neuem in Berührung. Statt daß nun die Elektricität in beyden Instrumenten, wie man wohl hätte erwarten sollen, auf zwey Linien abnahm, fiel sie erst auf 2, 8 Linien. Dieser Ueberrest von Elektricität ward wieder eben so halbirt, worauf die Kügelchen in beyden Elektrometern um 1, 9 Linien divergirten. Bey der vierten Halbirung endlich nahm die Divergenz bis auf eine Linie ab. Nach diesen Beobachtungen hat Herr DE SAUSSURE seine Korrektions-tabelle berechnet. Sie erstreckt sich von einer Viertellinie (denn von dieser Grösse sind seine Grade) bis auf sechs Linien. In derselben finden sich z. B. bey den Divergenzen von einer, zwey, vier, sechs Linien die den korrespondirenden Grad der Elektricität ausdrückenden Zahlen 4, 10, 32, 64, und so verhältnißmäfsig für die mittlern Divergenzen.

Wie weit entfernt sich nicht ein solches Elektrometer von der Uebereinstimmung ^{und} ~~in~~ Vergleichbarkeit der Graden, welche das meinige in einem so hohen Grade besitzt? Und wie sehr ist nicht dieses jenem eben dar-

*) Man sehe a. a. O. S. 234. ff.

darum vorzuziehen, weil es keiner Korrektion bedarf? Es ist gewiß kein geringer Vorzug, daß unter den Graden desselben eine so genaue Uebereinstimmung Statt findet, indem sie genau in derselben arithmetischen Progression wachsen und abnehmen, in welcher die Stärke der Elektricität zu- oder abnimmt. Und diese pünktliche Regelmäßigkeit erstreckt sich nicht etwa nur bis auf eine Divergenz von sechs Linien, was die äußerste Grenze in DE SAUSSURE's Korrektionstabelle ist, sondern sie findet noch bey einer Divergenz von zehn, zwölf und dreyzehn Linien, d. i. von zwanzig, vier und zwanzig und sechs und zwanzig Graden meiner Skale Statt; und zwar nicht blos in dem empfindlichen, sondern selbst auch in dem unempfindlichen Elektrometer. Auf diese Art kann ich vermittelst dieser zwey Elektrometer durch den bloßen Anblick wohl hundert Grad Elektricität mit der größten Genauigkeit messen; und weil jeder Grad eine halbe Linie beträgt, so ist das Auge im Stande, auch von halben Graden, und beym empfindlichen Elektrometer selbst von Viertelgraden zu urtheilen. Läßt sich wohl mehr Empfindlichkeit und Komparabilität von einem physischen Instrumente erwarten? Wer hätte denken sollen, daß das Elektroskop einer so großen Verbesserung fähig wäre, und daß sich diese vermittelst einer so einfachen Vorrichtung erreichen liesse? Erst in diesem verbesserten Zustande verdient es den Nahmen eines Elektrometers mit vollem Rechte.

Allein, wird man mir vielleicht sagen, soll das Instrument nichts zu wünschen übrig lassen, so ist es nicht genug, daß die Grade eines und desselben Elektrometers vollkommen gleich und komparabel sind; dann müssen auch die Grade des einen mit den Graden eines andern, das eben die Einrichtung hat, kompa-

rabel seyn; kurz, dann müssen diese Elektrometer von jedem Künstler und an allen Orten so verfertigt werden können, daß sie unter einander einen völlig gleichen Gang halten, so wie man z. B. korrespondirende Thermometer machen kann. Dies scheint aber nicht so leicht zu bewerkstelligen, da so viel Dinge vollkommen gleich seyn müssen: z. B. Länge, Dicke und Gewicht der Strohhalm, so wie auch der Ringe, an denen die Strohhalm aufgehängt werden, Beweglichkeit dieser Ringe in den Löchern des metallenen Plättchens, Breite des Fläschchens u. s. w. Ist eines von diesen Dingen ungleich, so werden die Pendel nicht gleich weit aus einander gehen, folglich bey gleich starker Elektrizität keine gleiche Anzahl von Graden angeben. Wie wird sich nun in allen diesen Punkten eine vollkommene Uebereinstimmung bewirken lassen?

Alle diese Schwierigkeiten werden größtentheils verschwinden, wenn man bedenkt, was sich darthun läßt, daß schon eine mäßige Beweglichkeit in den Aufhängungspunkten, ohne eben die größte mögliche zu seyn, den Strohhalm verstattet, so weit auseinander zu gehen, als es die elektrische Zurückstoßung mit sich bringt, und daß eine kleine Verschiedenheit im Volumen und Gewicht der Strohhalm, wenn sie nur sonst dünn sind, auch nicht viel zu bedeuten hat. So viel kann ich versichern, daß ich unter Strohhalmen von einer Achtel- und einer Viertellinie Dicke, nur einen sehr geringen Unterschied beobachtet habe; denn wenn sie von gleicher Länge, z. B. insgesamt zwey Zoll lang waren, so trieb die Elektrizität, wodurch ein Paar der ersten um zwanzig Grad nach meiner Skale sich von einander entfernten, auch ein Paar der zweyten auf mehr als achtzehn Grad auseinander; ein Unterschied, welcher ungeachtet einer doppelten Dicke und

und eines' mehr als doppelten Gewichtes noch nicht ein Zehntel beträgt. Wenn man folglich beym Ausfuchen der Strohhalme, die für das empfindlichste Elektrometer wohl am besten ein Sechstel einer Linie dick genommen werden dürften, nicht völlig übereinstimmig verfährt, und einen etwa um ein Viertel oder ein Fünftel dicker, als einen anderen, nimmt, so beträgt der Unterschied in den von beyden Elektrometern angegebenen Graden nicht über ein Vierzigstel oder Fünfzigstel, und wahrscheinlich nicht einmal so viel, so daß er ganz aus den Augen gesetzt werden darf. Von dem geringen Einflusse der Dicke und des Gewichts der Strohhalme auf den verschiedenen Gang der Elektrometer habe ich mich völlig zu überzeugen Gelegenheit gehabt, als ich mein zweytes Elektrometer so einzurichten suchte, daß ein Grad desselben auf fünf Grad des ersten käme. Ich konnte hierzu beynahe keine hinlänglich dicken Strohhalme finden; und weil die allzu dicken mir die Skale dermassen verdeckten, daß ich selbst die ganzen Grade, geschweige denn die Theile derselben, nicht mehr gut unterscheiden konnte, so sahe ich mich genöthigt, Strohhalme von mittlerer Dicke zu nehmen, und sie dadurch viel schwerer zu machen, daß ich die Höhlung derselben theils mit Stückchen Holz, theils mit etwas groben Metalldrähten ausfüllte; oder ich mußte anstatt der Strohhalme kleine dichte Holzcyylinder brauchen.

Was am meisten und fast einzig und allein verursacht, daß die Enden der Strohhalme eine grössere oder geringere Anzahl Grade angeben, ist ihre Länge. Ich habe von einem Paare Strohhalmen, welche zwey Zoll lang waren, bald ein Viertel, bald ein Drittel, bald die Hälfte weggeschnitten, und immer war alsdann bey gleich starker Elektricität die Anzahl der Grade,

Grade, wenn sie auf der gewöhnlichen in halbe Linien getheilten Skale gemessen wurden, fast genau um ein Viertel, ein Drittel, die Hälfte kleiner, und stimmte folglich mit der Abkürzung der Strohhalme überein; ein neuer Beweis, daß das Gewicht derselben auf ihre Divergenz wenig oder gar keinen Einfluß hat, weil eine gegebene Elektrizität sie alle, ihrer verschiedenen Gröfse ungeachtet, beynahe auf einerley Winkel auseinander treibt.

Da nun die Länge der Strohhalme auf die Anzahl der Grade, wodurch die Divergenz der Pendel, auf meiner Skale gemessen wird, einen so ausgezeichneten Einfluß hat, so braucht man nur, um allen Irrthum zu vermeiden, und die Elektrometer vollkommen vergleichbar zu machen, in allen Elektrometern dieser Art den Strohhalm ^{en} genau einerley Länge, so wie den Graden einerley Abstand, zu geben. Die Länge, die ich angenommen habe, und die ich gern von allen Physikern angenommen sähe, beträgt zwey Pariser Zoll, und der Abstand der Grade eine halbe Linie.

Der Umstand, daß auf die grössere oder geringere Divergenz der Enden der Strohhalme die Länge derselben einen so grossen, ihr Gewicht hingegen einen so kleinen Einfluß äussert, giebt ein leichtes und sicheres Mittel an die Hand, ein zweytes Elektrometer so einzurichten, daß es bey gleich starker Elektrizität eine beliebige kleinere Anzahl von Graden an giebt. Dieses Mittel besteht, wie man wohl sieht, darin, daß man die Strohhalme, so viel als nöthig ist, verkürzt. Weil man dabey nicht so leicht auf einmal die rechte Länge treffen dürfte, so wird man wohl thun, wenn man das Wegschneiden wiederholt, und die Strohhalme jedesmal nur wenig verkürzt, besonders

ders wenn man dem Punkte, welchen man erreichen will, nahe ist. Ich habe gefunden, daß man sie ohne Nachtheil selbst um die Hälfte abkürzen, oder einen Zoll lang machen kann; allein viel kürzer dürfen sie nicht werden; sonst erstreckt sich die Komparabilität nur auf wenig Grade, z. B. auf zehn, zwölf, höchstens auf funfzehn, und findet für den übrigen Theil der Skale nicht Statt. Wünscht man daher ein Elektrometer, dessen Grade zu den Graden des empfindlichen in einem größern Verhältnisse, als wie 1 : 2, z. B. im Verhältnisse 1 : 4, oder 1 : 5, stehen, so muß man um die Strohhalm nicht allzuklein machen zu müssen, etwas dicke nehmen, und überdies ihr Gewicht durch Ausfüllung der Höhlung vermehren, oder anstatt der Strohhalm kleine dichte Holzcyliner brauchen, wie ich schon vorher erinnert habe. Ich pflege Anfangs dergleichen Cylindern oder ausgefüllten Strohhalm die gewöhnliche Länge von zwey Zoll zu lassen. Gehen sie nun z. B. anderthalb Grad bey der Elektrizität auseinander, welche die Strohhalm des empfindlichen Elektrometers fünf Grad weit auseinander treibt, so daß auf zehn Grad des letztern drey, auf zwanzig sechs Grad u. s. w. kommen, und habe ich mich davon durch verschiedene Versuche überzeugt: so fange ich an, die Pendel ein wenig auf einmal zu verkürzen, und wiederhole nach jeder Verkürzung die Versuche mit der größten Genauigkeit, bis ich den rechten Punkt getroffen, d. h. bis vier Grad des unempfindlichen Elektrometers mit zwanzig des empfindlichen, drey mit funfzehn u. s. w. harmoniren.

Zuletzt muß ich noch über die größere oder geringere Breite des Fläschchens, welches die Pendel enthält, einiges erinnern. Meinen Beobachtungen zu Folge kommt es dabey auf einen halben Zoll mehr oder weniger

weniger nicht an; denn jedes viereckige Fläschchen, welches eine Breite von zwanzig bis sechs und zwanzig Linien hat, ist zu dieser Absicht zu gebrauchen. Zwar könnte man auch ein kleineres Fläschchen nehmen; allein dann würde man nicht so viel Grade anbringen können; denn wenn das Fläschchen nur vierzehn bis achtzehn Linien Breite hat, so können die Pendel keine vier und zwanzig, vielleicht nicht einmal zwanzig Grad auseinander gehen, ohne an^{uf} die Seitenwände des Fläschchens getrieben zu werden; welche sie dann der grossen Nähe wegen nothwendig stark anziehen müssen.

Wie also? Soll man lieber eine sehr breite Flasche nehmen, damit die Pendel immer in hinlänglicher Entfernung bleiben? Auch dieß ist nicht rathsam, denn alsdann tritt eine andere Unbequemlichkeit ein. Wenn sich nemlich Elektricität der Luft einer solchen Flasche mittheilt, so bleibt sie einige Zeit lang darin zurück, weil die metallnen Streifen, womit die innern Wände des Glases bekleidet sind, eben wegen der allzu grossen Entfernung sie nicht bald ableiten können. Eine solche Elektricität aber, welche in der die Pendel umgebenden Luft eine beträchtliche Zeit lang fort dauert, wirkt auf dieselben, und macht, daß sie gewissermassen von freyen Stücken, d. i. ohne daß Elektricität von aussen in sie kommt, auseinander gehen. Wird unter solchen Umständen Elektricität von derselben Art in die Pendel von aussen geleitet, so werden sie ^{weniger} mehr, als es nach der Stärke derselben seyn sollte, auseinander getrieben; sie divergiren hingegen zu ^{stark} wenig, wenn die von aussen mitgetheilte Elektricität mit der in der Luft noch haftenden ungleichartig ist. Es ergiebt sich hieraus, wie sehr durch einen solchen Rückstand das freye Spiel der Pendel gestört, und da ^{Ret-talsu} Refurtat zweydeu-

deutig gemacht werden muß. Derselbe Fehler findet einigermaßen sogar in solchen Flaschen Statt, welche nur zwey Zoll oder etwas darüber breit sind, wenn man eine geraume Zeit hinter einander in die Pendel eine ziemlich starke Elektricität, von achtzehn oder noch mehr Graden, leidet; denn hat man die den Pendeln mitgetheilte Elektricität durch Berührung des metallenen Hütchens, mit dem sie zusammenhängen, zerstört, so bleiben sie doch noch einige Minuten lang um einen Grad und wohl noch weiter von einander entfernt. Ich nehme daher am liebsten Fläschchen, welche nur zwanzig bis zwey und zwanzig Linien breit sind, die auch noch den Vorzug haben, daß man sie leicht bey sich tragen kann.

Nimmt man Flaschen von gehöriger GröÙe, und befolgt man die Vorschriften, welche ich in Rücksicht der Beweglichkeit der Aufhängungspunkte, der Dicke und Schwere der Strohhalmes, vorzüglich aber in Beziehung auf die Länge derselben gegeben habe, so zweifle ich nicht, daß alle Elektrometer der Art, von welchem Künstler und an welchem Orte sie auch immer verfertigt worden sind, mit hinreichender Genauigkeit korrespondiren werden. Dann werden alle Physiker ihre Beobachtungen über die Elektricität, anstatt der unbestimmten und willkührlichen Angaben, womit man sich bis jetzt hat begnügen müssen, auf ein allgemein angenommenes Maas bringen, und sich auf diese Weise vollkommen verstehen können.

Inzwischen ist damit noch nicht alles gethan. Man muß mit unserm Elektrometer, daß nur eine sehr schwache Elektricität zu messen im Stande ist, auch die andern Elektrometer, welche einer starken und sehr starken Elektricität empfänglich sind, vergleichbar

bar machen; oder man muß es dahin bringen, daß die Grade der letztern mit einer gewissen bestimmten Anzahl von Graden des ersten, das man zum Fundamental-Elektrometer annehmen will, übereinstimmen.

Ist von einer nur vier bis fünf Mahl stärkern Elektricität die Rede, so habe ich bereits gezeigt, wie ein ähnliches Elektrometer für dieselbe verfertigt werden kann. Allein das ist fast gar nichts, wenn man es mit starken elektrischen Funken, oder mit der Kraft einer guten Elektrifirmaschine, oder gar mit der Luftelektricität zur Zeit eines Gewitters vergleicht. Eine so starke Elektricität ist zuverlässig kein Elektrometer der Art zu messen im Stande. Denn wenn man auch noch so dicke Pendel nehmen wollte, so müßten sie doch ohne Kugeln seyn; ein Umstand, weshalb sie nothwendig einen großen Theil der Elektricität, die sie bekämen, wieder fahren lassen müssen. Dieser Theil würde in den Wänden der Flasche, wenn sie unbekleidet wären stecken bleiben, hingegen aber sich zerstreuen, wenn sie einen metallenen Ueberzug hätten. In jedem Falle würden die Wände auf die Pendel stark wirken, wodurch die gleichförmige Divergenz derselben nothwendig gestört werden müßte. Kann man aber darauf nicht weiter rechnen, so ist es um alle Komparabilität geschehen. Wie aber? Könnte man denn nicht, um einen dergleichen Fehler zu vermeiden, eine Flasche von hinlänglicher Breite nehmen? Ich antworte darauf, daß dann ein anderer ebenso großer, wo nicht noch größerer Fehler, von dem ich bereits gesprochen habe, eintreten würde; denn weil die Seitenwände einer solchen Flasche von den Pendeln sehr weit abstehen, so würde die in der Flasche eingeschlossene Luft, welche die Pendel umgiebt die aus denselben strömende Elektricität aufnehmen, und

und hartnäckig Stunden lang zurückhalten, wodurch denn die Pendel diese ganze Zeit über merklich afficirt werden müßten u. s. w. Um also eine starke Elektricität zu messen, kann man nicht umhin, von einem anders eingerichteten Elektrometer Gebrauch zu machen. Dazu scheint mir nun HENLEY's Quadrantenelektrometer am allerbrauchbarsten zu seyn.

Schon seit mehreren Jahren habe ich mich mit der Vervollkommnung dieses Instrumentes beschäftigt, und daran manche Veränderungen und Zusätze angebracht. Im Verfolg dieser Arbeiten habe ich nicht ohne Erstaunen und zu meinem nicht geringen Vergnügen entdeckt, daß unter den Graden *) desselben, wenigstens vom funfzehnten an bis zum fünf und dreyßigsten, eine vollkommene Komparabilität oder Gleichheit Statt findet. Ueberdies habe ich auch die fünf nächsten Grade unter dem funfzehnten, und die fünf nächsten über dem fünf und dreyßigsten beynahe völlig gleich gefunden, daß es folglich vom zehnten Grade an bis zum vierzigsten keiner oder nur einer geringen Korrektion bedarf. Ich habe hierauf sehr viele andere Versuche mit der größten möglichen Sorgfalt in der Absicht angestellt, die Korrektion jedes Grades unter dem funfzehnten und über dem fünf und dreyßigsten genau zu bestimmen, und alle Grade unter einander vergleichbar zu machen. Dieß ist mir denn auch nach vieler Arbeit gelungen, und den auf diese Weise erhaltenen Resultaten zu Folge habe ich Korrektionstabeln aufgesetzt, die ich in dem Werke bekannt zu machen gedenke, an welchem ich seit einiger Zeit arbeite, und das die Elektrometrie in ihrem ganzen Umfange zum Gegenstande hat.

Ueber

*) Ich verstehe hier unter den Graden Theile des Kreises.

Ueber den regelmässigen Gang des Quadrantenelektrometers die gedachte Anzahl von Graden hindurch muß man billig erstaunen, indem er den mechanischen Kräften, welche die Pendel heben, zu widersprechen scheint. Allein darüber wird man sich nicht wundern, daß diese Regelmässigkeit über dem fünf und dreyßigsten, und besonders über dem vierzigsten Grade zu fehlen anfängt, und die Grade immer kleiner und kleiner werden, wenn man, ohne den mechanischen Kalkul mit in Anschlag zu bringen, nur bedenkt, daß das Pendel des Quadrantenelektrometers, das Anfangs blos der untere Theil der Säule zurückstößt, nach einer gewissen Erhebung auch vom obern zurückgestoßen wird, und zwar immer stärker, je mehr es sich erhebt.

Ein anderer Umstand, der gleichfalls meine Verwunderung erregt hat, ist, daß das Pendel dieses Elektrometers Anfangs am allerwenigsten steigt. Um es Anfangs Einen Grad zu heben, ist dieselbe Elektricität nöthig, die es zwischen dem funfzehnten und fünf- oder sechs und dreyßigsten Grade gegen drey Grad höher treibt.

Noch erinnere ich, nicht etwa um mir aus der frühern Entdeckung ein Verdienst zu machen, sondern blos der Wahrheit zur Steuer, daß ich verschiedenen Personen das Quadrantenelektrometer, so wie es von mir nach und nach verbessert worden, schon seit dem Jahre 1781, und zu Anfange des Jahres 1784 auch die Komparabilität seiner Grade innerhalb der angegebenen Grenzen gezeigt habe. Sie haben gesehen, daß, wenn das Elektrometer an der gehörigen Stelle, d. i. am Ende des Leiters, folglich nicht innerhalb der elektrischen Atmosphäre desselben war, und dann eine gegebene

gebene Elektricität unter zwey Leiter oder zwey Leidner Flaschen von völlig gleicher Kapacität gleichmäfsig vertheilt wurde, sechs und dreyfsig Grad genau auf achtzehn, vier und dreyfsig auf siebzehn, zwey und dreyfsig auf sechzehn, dreyfsig endlich auf funfzehn fielen. Hingegen bey der Halbirung einer Elektricität auſserhalb dieſer Grenzen zeigten ſich andere Reſultate. Als ich zum Beyſpiel die Elektricität halbirte, welche das Pendel auf ſechzig Grad gehoben hatte, fiel daſſelbe lange noch nicht auf die Hälfte ſeiner vorigen Höhe herab, ſondern blieb ein wenig unter dem vierzigſten Grade ſtehen; und da ich die halbirte, bey welcher das Pendel auf ſiebzig Grad ſtand, fiel es nur ungefähr auf funfzig; halbirte ich hingegen z. B. die Elektricität von funfzehn Grad, ſo fiel das Pendel über die Hälfte, bis auf ſechs Grad, herunter; halbirte ich die von zehn Grad, ſo fiel es ungefähr auf drey Grad u. ſ. w. Unter den Perſonen, welchen ich im Jahre 1784 zu Ende des Frühlings auſſer dem verbesserten Inſtrumente dieſe Verſuche und die ſchon groſsentheils (bis zum fünf und ſiebzigſten Grade, der ungefähr hundert und zwanzig wahre Grade Elektricität anzeigt) ausgearbeiteten Korrekctionſtafeln zu zeigen das Vergnügen hatte, befanden ſich der berühmte Naturforſcher DOLOMIEU, und der jüngere BUTTINI aus Genf, ein einfichtsvoller Phyſiker und Chemiker, welchen die Reſultate meiner Verſuche dermaſſen befriedigten, daſs er ſich von mir eine Beſchreibung des ſo verbesserten Elektrometers und die gedachten Korrekctionſtafeln ausbat.

Herr DE LUC entdeckte gleichfalls, wahrſcheinlich ohne von meinen Verſuchen etwas zu wiſſen, dieſelbe Uebereinkunft und Vergleichbarkeit der Grade, beynahe innerhalb derſelben Grenzen, bey

seinen Elektrometern, die von dem Henleyschen und den meinigen etwas, aber nicht viel, abweichen. Auch er erstaunte nicht minder, als ich, darüber, weil er wohl wußte, daß den Gesetzen der Mechanik zu Folge ein Pendel durch doppelte Kraft nicht um noch einmal so viel Grade, sondern weit weniger gehoben werden kann. Wie kann, sagt er *), die Elektricität das Pendel eines Elektrometers auf eine Anzahl von Graden heben, welche mit der Stärke der Elektricität in einerley arithmetischem Verhältnisse wächst? — Er hat die Sache einiger Maffen zu erklären gesucht; und da seinem Scharffsinne nichts entgeht, so hat er glücklicher Weise einen Punkt getroffen, der auch nach meiner Meinung viel dazu beytragen kann, von diesem merkwürdigen Phänomene Rechenschaft zu geben. Ich will mich hier dabey nicht aufhalten, um nicht zu sehr auszusichweisen; um so mehr, da Ihnen DE LUC's Ideen, worunter viele in der That sehr hypothetisch sind, so wie auch die Reihen elektrometrischer Versuche, die er theils selbst angestellt, theils nur vorgeschlagen hat, bereits sehr gut bekannt seyn werden. Ich füge nur noch hinzu, daß diese mit der Stärke der Elektricität genau übereinstimmende Gradation bey meinen Mikroelektroskopen mit bloßen Strohhalmen noch wunderbarer ist, weil sie da, wie ich gezeigt habe, gleich mit dem ersten Grade anfängt, und bis über zwanzig Grad fort dauert; da hingegen bey demⁿ Quadrantenelektrometern die Erhebung des Pendels erst von vierzehnten oder funfzehnten Grade an in gleichem Verhältnisse mit der Stärke der Elektricität zu geschehen pflegt, unter dieser Grenze aber, besonders bey den ersten Graden, unregelmäßig ist, indem daselbst, wie ich bereits erinnert habe, das

Pen,

*) Idées sur la Météorologie, Vol. I.

Pendel für fünf Grade nur drey, und für drey kaum Einen oder ein wenig mehr angibt.

Diese Unregelmäßigkeit der Erhebung des Pendels für die niedern Grade scheint von Herrn DE LUC nicht bemerkt worden zu seyn. Sie kann zu sehr großen Irrthümern verleiten, und wird eben darum höchst beschwerlich, weil sie in den Anfang der Skale fällt. Zwar habe ich durch die genauesten Versuche die Korrektion für jeden Grad unter 15 gefunden, so daß ich, wenn anders die Divergenz des Pendels recht kenntlich ist, die Stärke der Elektricität auch hier richtig zu schätzen im Stande bin; allein es bleibt doch immer etwas unangenehmes, daß ein solches Elektrometer Anfangs, da man es vorzüglich empfindlich wünscht, so schwer in Bewegung zu bringen ist, z. B. für die Elektricität, welche das Pendel ungefähr auf drey Grad heben sollte, kaum Einen Grad, folglich für eine Elektricität von einem oder zwey Graden nur einen unkenntlichen Bruch angibt. Von diesem allen gedenke ich ausführlich zu handeln, wenn ich in meinen Versuchen über die Elektrometrie das Instrument und überhaupt alles beschreiben werde, was die Einrichtung und den Gebrauch desselben, besonders aber die Korrektion der Grade betrifft. —

Anlangend die Reduktion des Quadrantenelektrometers auf ein bestimmtes Verhältniß mit dem Mikroelektrometer oder dem empfindlichsten Elektrometer, welches als Fundamental-Elektrometer dienen soll, habe ich es so eingerichtet, daß Ein Grad, bey jenem, gehörig korrigirt, eben so viel beträgt, als zehn Grad bey diesem. Dieß zu bewerkstelligen, habe ich das Pendel meines Quadrantenelektrometers, welches ein vierzolliger Strohhalm von mittlerer Dicke ist, und

zwischen zwey in Grade getheilten Halbkreisen von vier Zoll im Durchmesser spielt, unten mit einem Hohlundermarkkügelchen, dessen Durchmesser gegen drey Linien beträgt, versehen müssen. Diese Dicke des Kügelchens, welches so viel wie möglich rund und glatt seyn muß, reicht zu, daß die Elektricität nicht ausströmen kann, wenn nicht das Pendel einige Grad über 40° (die nach dem angegebenen Verhältnisse 400 Grad des Mikroelektrometers gelten) hinauf getrieben wird.

Allein das ist noch immer keine sehr starke Elektricität; denn sie beträgt noch nicht ein Drittel der Ladung, welche eine gewöhnliche Leidner Flasche aushalten kann. Ich habe daher verschiedene etwas minder empfindliche Quadrantenelektrometer, d. i. solche, die eine grössere Kugel haben, welche selbst eine Elektricität, die das Pendel bey ihnen auf siebenzig Grad erhebt, nicht ausströmen lassen. Dieser Elektrometer bediene ich mich, um die stärkere Elektricität zu messen, indem ich die gehörigen Korrekturen meinen Tafeln zu Folge bey allen Graden über dem fünf und dreysigsten, besonders über dem vierzigsten anbringe. Doch läugne ich nicht, daß es viel besser ist, wenn man solcher Korrekturen überhoben seyn, und die Stärke der Elektricität nach der Anzahl der Grade geradezu schätzen kann; daher pflege ich mir lieber nach DE LUC's Vorschlage, *) um eine Elektricität von funfzig, sechzig, siebenzig und mehr Grad zu messen, ein anderes Elektrometer mit einer noch grössern Kugel zu verfertigen, welches noch überdies den Vortheil hat, daß es die Elektricität nicht so leicht ausströmen läßt. Das Pendel muß also eine so grosse Kugel be-

*) A. a. O.

bekommen, daß es bey der stärksten Ladung, die eine Leidner Flasche aushalten kann, weder die Elektricität fahren läßt, noch fünfunddreyßig oder höchstens vierzig Grad des Gradbogens übersteigt. Dann kann man bis dahin aller Korrektion überhoben seyn, oder es ist höchstens eine geringe Korrektion bey den wenigen Graden über dem fünfunddreyßigsten anzubringen. Ein dergleichen Elektrometer richte ich nun so ein, daß es, wenn das erste Quadrantenelektrometer auf fünf Grade zeigt, nicht mehr als Einen Grad angibt*), folglich zwischen diesen zwey Werkzeugen eben das Verhältniß Statt findet, in welchem die zwey Flaschenelektrometer zu einander stehen. Ein Grad dieses zweyten Quadrantenelektrometers wird demnach zehn Grad des zweyten Flaschenelektrometers, und funfzig des ersten Fundamentalelektrometers gelten; also fünfunddreyßig Grad desselben gelten bey jenem dreyhundert und funfzig, und bey diesem siebzehnhundert und funfzig; vierzig Grad endlich (nach einer geringen Korrektion) bey jenem vierhundert, bey diesem zweytausend; eine stärkere

C 4

*) Es würde sehr schwer und wohl gar unmöglich werden, dieses Verhältniß genau zu treffen, wenn man sich auf die ersten Grade in beyder Elektrometer Gradbogen einschränken wollte; denn die fünf ersten Grade jedes solchen Elektrometers bedürfen einer starken Korrektion, und der allererste ist nicht einmal zu erkennen, da, wie oben bemerkt worden, durch Einen Grad Elektricität das Pendel nicht gehoben wird. Man muß daher die zwey Quadrantenelektrometer, welche man auf das gedachte Verhältniß bringen will, weit höher steigen lassen, das erste empfindlichere etwa auf dreyßig oder fünf und dreyßig Grad (für welche es dann keiner Korrektion bedarf), folglich das zweyte, das zur Messung der stärkern Elektricität bestimmt ist, auf sechs oder sieben, für welche sechs oder sieben Grad man die gehörige Korrektion anzubringen hat. Meinen Tafeln zu Folge muß das Pendel für sechs wahre Grade etwas weniger als fünfhalb, und für sieben beynahe sechsthalf angeben.

kere Elektricität, als jemals eine Leidner Flasche aufnehmen kann, denn die stärkste Ladung, der sie, ohne sich von selbst zu entladen, oder zu zerbrechen, fähig ist, beträgt, so weit ich es habe berechnen können, noch einige hundert Grad weniger, als zweytausend.

Eine noch viel stärkere Elektricität kann ein vollkommen isolirter, glatter Leiter ohne Ecken annehmen und zurück behalten, da er das Elektrometer oftmals sehr viel höher treibt; und wer weifs, wie stark seine Elektricität dann ist, wenn er, wie bey den besten Englischen Elektrifikationsmaschinen, besonders bey der so grofsen und prächtigen Teylerschen in Harlem *), Funken in einer Entfernung von vier und zwanzig und mehr Zoll schleudert? — Selbst eine schwächere Elektricität, welche nur in einer Weite von vierzehn bis funfzehn Zoll Funken gibt, läfst sich schon meiner Meinung nach mit keinem Quadrantenelektrometer messen; denn wie würde man dann das Ausströmen verhüten können? Um also eine Elektricität von solcher Stärke zu messen, mufs man sich eines Elektrometers von anderer Einrichtung und Form bedienen. Noch weifs ich zur Zeit nicht, welches wohl dazu am brauchbarsten seyn möchte. Vielleicht dürfte man indessen mit so einem Instrumente,

*) Eine ausführliche Beschreibung dieser herrlichen Maschine, ihrer erstaunenswürdigen Wirkungen in Rücksicht auf die Menge und Stärke der Elektricität, welche sie erregt, und einiger Reihen sehr schöner und unterrichtender Versuche, die damit angestellt worden, verdanken wir dem Herrn von MARUM, welcher die Maschine selbst angegeben, und die Versuche theils allein, theils in Gegenwart anderer einsichtsvoller Naturforscher angestellt hat. (Beschreibung einer ungemeyn grofsen Elektrifikationsmaschine und der damit im Teylerschen Museum zu Harlem angestellten Versuche, durch MARTINUS VON MARUM, aus dem Holländischen übersezt, Leipz. 1786. 4. — Beschreibung etc. Erste Fortsetzung. Aus dem Holländischen übersezt Leipz. 1788. 4.)

mente, wie LE ROY und D' ARCY beschrieben haben, *) diesen Endzwek am besten erreichen; ein Gedanke, den ich schon seit langer Zeit gehegt habe. Nur würde ich nicht, wie jene Gelehrten vorschlagen, oben am Stiele ein Plättchen **), aus dessen Rande eine sehr starke Elektricität gewiß ausströmen würde, sondern eine große hohle Kugel anbringen, welche ganz, wiewohl nur wenig über das Wasser oder das Oel hervorragen müßte, in das der untere Theil des Instruments eingetaucht wäre. Man sieht leicht ein, daß diese Kugel desto höher steigen, und einen desto größern Theil ihres Stiels aus der Flüssigkeit herausziehen muß, je stärker die dem Instrumente mitgetheilte Elektricität ist.

Ob und wie weit sich ein solches Elektrometer vergleichbar machen läßt, kann ich in der That nicht sagen. Doch scheint es mir in mehr als Einer Rücksicht vor LANE's Elektrometer den Vorzug zu verdienen, mit dem man bloß die Weite messen kann, in welcher ein Funken aus einer metallenen Kugel in eine andere, beyde von gegebenem Durchmesser, überspringt, und das daher auch wohl den Namen eines Spinthrometers (eines Funkenmessers) führt. Demsey nun, wie ihm wolle, so glaube ich behaupten zu können, und ich denke Sie, so wie jeden Sachkundigen, hierin auf meiner Seite zu haben, daß an der genauen Messung so sehr hoher Grade der Elektricität, auf welche sich die Ladung einer Leidner Flasche oder einer Batterie ohnehin nie treiben läßt, weniger gelegen ist, als an der richtigen Bestimmung der mittlern und der

C 5

nie-

*) In den Gedenkschriften der königl. Akademie der Wissensch. zu Paris, für d. J. 1749.

**) Man sehe GEHLER's Physikal. Wörterb. 1r Theil. S. 812, und Taf. VII, Fig. 124. Anmerk. des Uebers.

niedrigen Grade, über welche auch unsere Versuche nur selten hinaus gehen.

Bey so bewandten Umständen wollen wir uns, wenigstens für jezt, mit den zwey Quadrantenelektrometern begnügen, wovon das erste mit Einem seiner Grade zehn Grad des empfindlichsten Flaschenelektrometers, und das andere mit Einem Grade fünf Grad des ersten, folglich funfzig des Flaschenelektrometers anzeigt; denn so können wir doch vermittelt einer vergleichbaren Skale bis auf 1750, und nach einer kleinen Korrektion selbst bis auf 2000 Grad steigen. Wer wird behaupten können, daß damit wenig erreicht sey? Steigen denn etwa die Thermometer auf eine grössere Anzahl Grade (ich verstehe vollkommen vergleichbare Grade)? Bleiben nicht alle Thermometer und Pyrometer hinter den höchsten Graden der Hitze, welche die Natur oder die Kunst hervorbringen kann, zurück? Ueberdies lassen sich ja selbst die höchsten Grade der Elektrizität, freylich nur ungefähr, schätzen, theils durch die Schlageweite und den Knall des Funkens, und durch verschiedene andere äußerliche Zeichen, dergleichen die Ausdehnung des Wirkungskreises, die von selbst entstehenden Pinsel, der Wind und der Geruch sind, theils durch die mehr oder weniger heftigen Wirkungen auf verschiedene Körper, z. B. durch die Erschütterungen, Entzündungen, Schmelzungen u. s. w.; eben so wie man auch die höchsten Grade der Hitze nach der Farbe und dem Geräusch der Gluth, der Weite, in der man dieselbe empfindet, und den Wirkungen auf andere Körper, z. B. dem Schmelzen, Verkalken, Verglasen u. s. w., ungefähr schätzen kann.

Noch will ich eines Mittels gedenken, auf das ich gefallen bin, die Quadrantenelektrometer, unabhängig

gig von der Vergleichung mit dem Flaschenelektrometer, komparabel zu machen. Bekanntlich muß man, wenn die Skale eines Instruments mit der Skale eines andern Grad für Grad übereinstimmen soll, zwey fixe und unveränderliche Grenzen finden, dergleichen z. B. der Schmelzpunkt des Eises und der Siedepunkt des Wassers für die Thermometerskale sind, und sodann den Zwischenraum zwischen diesen zwey Grenzen in eine bestimmte gleiche Anzahl von Graden eintheilen. Was nun die Elektricität anbetrifft, so haben wir bereits, ohne erst suchen zu müssen, die eine fixe Grenze, von welcher wir ausgehen können: dieß ist der Nullgrad der Elektricität, oder der Mangel aller elektrischen Zurückstossung, die vollkommene Ruhe des Pendels bey unserm Quadrantenelektrometer. Wir müssen daher nur noch die andere Grenze, d. i. einen fixen und unveränderlichen Grad der Elektricität finden. Hat man denselben gefunden, so ist nichts weiter zu thun übrig, als einen bestimmten Grad des Quadrantenelektrometers mit ihm in Uebereinstimmung zu bringen. So bekommt man eine unveränderliche Skale, und alle Instrumente, die auf diese Weise verfertigt worden sind, haben einerley Gang. Nun schmeichle ich mir, den gedachten Grad der Elektricität ganz genau angeben zu können, indem ich die Stärke der Repulsion bestimme, welche dadurch zwischen zwey gegebenen metallenen Oberflächen bewirkt wird. Man nehme also eine messingene Scheibe, etwa ^{von} fünf Zoll im Durchmesser, und am Rande drey bis vier Linien dick, hänge sie mit langen seidenen Schnüren an den Arm einer Wage auf, so daß sie die Stelle einer Wagschaale vertrete, und bringe die Waage ins Gleichgewicht. Ist das geschehen, so lasse man, ohne die Wage zu stören, die Scheibe auf einer andern völlig gleichen Scheibe ruhen, die von ei-

ner

ner isolirenden Säule getragen wird. Theilt man alsdann beyden Scheiben vermittelt einer Leidner Flasche oder auf andere Art etwas Elektricität mit, so wird ^{bald} ~~so~~gleich die obere in die Höhe getrieben und von der untern entfernt, so daß die Wage auf der andern Seite sinken muß. Nun beschwere man die erste Scheibe mit einem, zwey, drey etc. Deniers (Danari *) und es wird begreiflich, um dieselbe in die Höhe zu treiben, eine desto stärkere Elektricität nöthig seyn, je mehr sie beschwert worden ist; auch sieht man leicht ein, daß, wenn man die Scheibe immer mit einem und demselben Gewichte beschwert, auch immer einerley Grad der Elektricität nothwendig ist, um sie ein wenig zu heben, so daß die Wage einen Ausschlag gibt. Bestimmt man folglich mit Genauigkeit sowohl die Oberfläche der Scheiben, als das Gewicht, welches die elektrische Zurückstoßung der einander berührenden Scheiben überwinden soll, so bestimmt man auch ganz genau einen gewissen Grad der Elektricität, d. i. den fixen Punkt, den wir suchen. Man mache dann, daß mit diesem Grade ein gleichfalls bestimmter Grad des Quadrantenelektrometers, z. B. der zwanzigste oder dreyßigste, zusammentreffen, und man hat seine Absicht vollkommen erreicht.

Man thut wohl, wenn man, um der Skale mehr Ausdehnung zu verschaffen, eher einen etwas hohen Grad fest setzt; doch muß man nicht über den fünf und dreyßigsten Grad steigen, denn weiter hinauf sind die Grade des Quadrantenelektrometers nicht mehr ohne Korrektion unter sich vergleichbar. Ich für meinen Theil

*) Ein Denier oder Danaro = $\frac{1}{24}$ Unze = 24 Gran.

Theil würde den dreysigsten oder fünf und dreysigsten Grad nehmen.

Will man nun ein Instrument mit dem meinigen in Uebereinstimmung bringen, so dafs es genau dreysig oder fünf und dreysig Grad angibt, sobald als die Scheibe vom gegebenen Durchmesser, und mit dem gegebenen Gewichte beschwert (lauter Umstände, die genau bestimmt seyn müssen), sich zu erheben, und die ^{auf}Wage der andern Seite zu sinken anfängt: so begreift man leicht, wie man zu verfahren hat, um eine solche Korrespondenz des Quadrantenelektrometers mit der Wage zu bewirken. Man mufs es nach und nach durch Versuche zu treffen suchen. Erstlich nehme man ein Quadrantenelektrometer, dessen Kügelchen mittelmäfsig grofs ist; sieht man nun, dafs bey derjenigen Elektricität, welche die Scheibe zu heben anfängt, das Pendel z. B. unter dem dreysigsten Grade stehen bleibt, so nehme man ein leichteres Kügelchen; erhebt es sich hingegen zu sehr, so bringe man ein schwereres an; und so fahre man fort, bis man endlich die rechte Gröfse trifft.

Ist man also über den Durchmesser der Scheiben, das Gewicht, womit diejenige, welche an der Wage hängt, beschweret werden soll, und den Grad, welchen das Quadrantenelektrometer bey der Elektricität, die den Widerstand des Gewichts zu überwinden anfängt, angeben mufs, übereingekommen, so werden alle Instrumente dieser Art nicht weniger, als die Thermometer vergleichbar, werden.

Dieses Mittel, die Quadrantenelektrometer komparabel zu machen, scheint mir so vortreflich, dafs ich es dem oben beschriebenen, d. i. der Reduction des
Qua-

Quadrantenelektrometers auf ein gegebenes Verhältniß mit den Graden des Flaschenelektrometers, vorzuziehen geneigt bin. Statt also ein Flaschenelektrometer als Fundamental-Elektrometer zu gebrauchen, möchte ich lieber ein Quadrantenelektrometer zur Norm annehmen, und dann aufs gehörige Verhältniß mit demselben sowohl die Flaschenelektrometer, die zur Messung einer schwachen Elektricität bestimmt sind, als auch ein zweytes Quadrantenelektrometer, womit eine sehr starke Elektricität gemessen wird, desgleichen das von LE ROY und D'ARCY für die höchsten Grade der Elektricität angegebene Elektrometer reduciren. Man wird es gewiß ohne Schwierigkeit dahin bringen können, daß erstens ein Flaschenelektrometer mit etwas dicken Strohhalmen noch einmal so viel Grade, als das zur Norm angenommene Quadrantenelektrometer, z. B. 20 für 10, 16 für 8 u. s. w.; dann das andere empfindlichere Flaschenelektrometer mit sehr feinen Strohhalmen fünf mal so viel Grade, als jenes, folglich zehn mal so viel, als das Normalelektrometer; endlich ein zweytes Quadrantenelektrometer mit einer größern Kugel fünf mal weniger Grade als das Normalelektrometer, z. B. 6 für 30 u. s. w. angibt. Schwerer dürfte es vielleicht seyn, das schwimmende Elektrometer, dessen ich nur beyläufig gedacht habe, auf eine mit den Skalen jener Elektrometer übereinstimmende Weise zu graduiren; allein ich habe bereits erinnert, daß wir desselben nicht so sehr bedürfen. Wir können uns daher, wie ich schon bemerkt habe, mit einem Paare Flaschenelektrometer und mit eben so viel Quadrantenelektrometern begnügen; ein Apparat, der eine Elektricität von 2000 Grad anzugeben im Stande ist. Wir haben um so mehr Ursache, mit demselben zufrieden zu seyn, weil die Grade nunmehr nicht weiter unbestimmt und willkührlich, wie bis jezt immer

mer der Fall seyn mußte, so lange sich jeder Physiker eines Elektrometers mit einer willkührlichen Skale bediente, sondern fix und harmonisch sind, und wir uns folglich vollkommen verstehen können.

Nach einer so langen, aber hoffentlich nicht unnützen Digression über die andern Elektrometer kehre ich zu dem empfindlichen Flaschenelektrometer zurück, von welchem allein ich mich in diesem Briefe mit Ihnen unterhalten wollte. Bis jetzt habe ich von den wesentlichen und innern Verbesserungen desselben gesprochen; nun will ich Sie mit einer gewissermaßen äußern oder accessorischen Verbesserung bekannt machen. Diese Verbesserung gehört nicht eigentlich zu dem Wesen des Elektrometers, sondern ist vielmehr ein Kunstgriff, vermittelt dessen das Instrument in den Stand gesetzt wird, eine äußerst schwache Elektrizität, von welcher dasselbe bey aller seiner Empfindlichkeit sonst gewiß nicht afficirt werden würde, bemerkbar zu machen.

Es bestehet dieser Kunstgriff, wie Sie wohl schon vermuthet haben werden, in der Verbindung des Kondensators mit dem Elektrometer. Gleich das Jahr darauf, als ich den Kondensator in den Londner Transactionen bekannt gemacht hatte *), gerieth ich auf den Gedanken, denselben mit dem Flaschenelektrometer zu vereinigen. Wie ich dabey verfahren habe, sollen Sie sogleich hören. Herr DE SAUSSURE fiel, ich weiß nicht, ob früher oder später, auf denselben Kunstgriff, verfuhr aber dabey anders, als ich.
Er

*) Im Jahr 1782. — Dieselbe Abhandlung findet sich auch, nur weit ausführlicher, in ROZIER's Journal de Physique, 1783. Jul. u. Aug. auch ist sie in die Opuscoli scelti di Milano eingerückt.

Er sehe, daß die metallene Platte, welche den Boden seiner Glasglocke ausmachte, die Dienste des Deckels eines Kondensators recht gut verrichten könnte, wenn sie auf glatten trocknen Marmor, überfirnißten Taffet, Wachsleinwand oder irgend einen andern Halbleiter gesetzt würde. Das heißt, er sehe, daß, wenn die metallene Basis des Elektrometers, während ihrer Vereinigung mit der halbleitenden Fläche, z. B. mit einer äußerst schwach geladenen Leidner Flasche berührt würde, die Elektricität der Flasche sich in derselben weit mehr anhäufen müßte, als wenn sie vollkommen isolirt wäre, wie ich in meiner Abhandlung über den Kondensator ausführlich gezeigt habe; daß folglich, wenn man das Elektrometer am Hacken oder Hütchen in die Höhe höbe, die metallene Basis die Pendel viel weiter auseinander treiben würde, als wenn man die Elektricität dem Elektrometer aus der Flasche unmittelbar, ohne Mitwirkung des Halbleiters oder ohne Kondensation, zugeführt hätte. Um nun mit dem Knopfe einer Leidner Flasche oder mit einem andern elektrisirten Körper von irgend einer Figur den metallenen Boden des in der gehörigen Lage befindlichen Elektrometers leicht berühren zu können, bringt er daselbst einen messingenen Draht oder Haken, der einige Linien hervorstehet, an.

Ich gestehe gern, daß auf diese Weise der Versuch recht gut von Statten geht, und eine Elektricität sehr merklich wird, welche sonst ganz und gar nicht bemerkt werden könnte. Indessen ist doch, denke ich, mein Verfahren, wie man sich leicht überzeugen kann, weit bequemer und sicherer. Es ist folgendes. Ich schraube eine Scheibe ungefähr ^{von} zwey Zoll im Durchmesser an den Knopf meines Elektrometers. Wenn ich ^{die} nun Elektricität kondensiren will, so bringe ich an diese

diese Scheibe die Marmorplatte, die Wachsleiwand, den Taffet oder irgend einen andern schicken Halbleiter. Der größern Bequemlichkeit halber bediene ich mich gewöhnlich eines Streifs von gewichstem oder überfirnistem Taffet, der gleichsam einen halben, an beyden Seiten offenen Handschuh darstellt, in welchen ich vier Finger stecke. Mit diesen so überzogenen Fingern bedecke und drücke ich etwas die oben an das Elektrometer geschraubte Scheibe, während daß dieselbe an der Seite oder von unten die Elektrizität aus einer Leidner Flasche oder sonst woher empfängt. Dann nehme ich die Flasche oder den andern elektrifizierenden Körper von der Scheibe wieder weg, und sogleich auch (denn auf Geschwindigkeit kommt hier viel an) die mit dem Handschuh bedeckten Finger. So fahren die Pendel lebhaft auseinander, und divergiren so weit, als es die an der Scheibe, mit welcher sie zusammenhängen, kondensirte Elektrizität mit sich bringt.

Wollte man keinen Handschuh, sondern die bloße Hand brauchen, so dürfte man nur die Scheibe selbst mit Taffet überziehen; allein ich habe gefunden, daß dann der Versuch nicht immer so gut von Statten geht.

Uebrigens macht weder die Scheibe noch der Handschuh das Instrument zum Gebrauch unbequemer. Denn die Scheibe kann man leicht abschrauben, und dafür das Elektrometer mit einem Haken, einer Spitze, oder etwas anderen, nachdem es die Umstände mit sich bringen, versehen; auch kann man derselben eine solche Gröfse und Form geben, daß sie nach Art eines Schachteldeckels die andere Scheibe oder den metallenen Boden des Elektrometers umfaßt; eine Einrichtung, bey der das Instrument nicht mehr Raum,

als sonst einnimmt. Den Handschuh anlangend, so kann man ihn sehr leicht mit in das Futteral bringen, ohne dasselbe darum grösser machen zu müssen, wenn man ihn nach Art einer Binde um das Fläschchen herum wickelt.

Um von den Vorzügen dieser Verbindung des Kondensators mit dem Elektrometer einen Begriff zu geben, erinnere ich, dass nicht nur der Apparat auf diese Weise einfacher wird, sondern dass man auch oft, vermittelt dieser Vereinigung und der daher rührenden leichten Art Versuche anzustellen, erreicht, was man durchaus nicht erreichen würde, wenn man einen guten Kondensator und ein nicht weniger gutes Elektrometer, aber jedes Instrument für sich, brauchen wollte. Ein Beyspiel wird die Sache deutlich machen; zuvor aber will ich noch einige Bemerkungen über die eigenthümliche Kraft des Kondensators und über die Modificationen derselben in jedem solchen Apparate nach der Natur und dem Zustande der halbleitenden Fläche beybringen. Als ich an den angeführten Stellen den Kondensator zum erstenmale bekannt machte, erklärte ich, besonders im zweyten Theile der in die Londner Transactionen eingerückten Abhandlung, wie und warum der metallene Deckel, wenn er auf der marmornen Platte oder einem andern Halbleiter steht, weit mehr Elektricität aufnehmen kann, als wenn er in der Luft isolirt ist, mit einem Worte, warum er dann weit mehr Kapazität besitzt. Ich zeigte, dass die wahre Ursache davon in der Wirkung der elektrischen Atmosphären zu suchen sey, wodurch der Halbleiter auf eine der Elektricität des Deckels entgegengesetzte Art elektrisirt werde. Allein das konnte ich nicht bestimmen, wie weit diese Kapazität wachse, oder wachsen könne, wie stark folglich die Elektri-

tricität auf diese Art sich kondensiren lasse. Ich begnügte mich, durch Versuche darzuthun, daß die Sache, besonders bey einer sehr schwachen Elektricität, sehr weit getrieben werden könne; denn vermittelst des Kondensators brachte ich es dahin, daß eine bey- nahe oder ganz unmerkliche Elektricität starke Funken gab. Hieraus schloß ich nun wohl, daß die Elektricität in dem mit dem Halbleiter verbundenen Deckel mehr als hundert mahl kondensirt werden dürfte; allein ob dieß zweyhundert, dreyhundert, vierhundert Mahl geschehen könnte, war ich nicht im Stande zu bestimmen. Erst einige Zeit darauf habe ich verschiedene Versuche angestellt, woraus sich etwas bestimmteres schliessen läßt. Folgender Versuch scheint mir am ersten zum Ziele zu führen, und auch Irrthümern weniger ausgesetzt zu seyn.

Ich lade eine Leidner Flasche von mittelmäßiger Gröfse und ungefähr einem halben Quadratfuß Belegung so schwach, daß sie bey der Entladung kaum ein Fünkchen geben würde, und mein empfindlichstes Elektrometer z. B. nur auf 15 Grad erhebt. Wenn diese Flasche den Deckel eines Elektrophors, der auch als Deckel des Kondensators dient, und zehn Zoll im Durchmesser hält, während daß er vollkommen isolirt ist, berührt, so verliert sie von ihrer Ladung so wenig, daß diese wohl um kein Zehntel eines Grades abnimmt, obgleich der Deckel nunmehr eben so viel Stärke (Intensität), als die Flasche, äußert, d. i. das Elektrometer fast auf funfzehn Grad erhebt; und dieß rührt daher, daß die Kapazität des Deckels in Vergleichung mit der Kapazität der Flasche fast für nichts zu achten ist. Allein anders ist der Erfolg, wenn der Deckel auf einer trockenen Marmorplatte steht, und dann von der Flasche berührt wird. In diesem Falle finde ich, daß die Fla-

sche ein gutes Drittel von ihrer Ladung verliert, und, so wie der Deckel, das Elektrometer auf 10 Grad erhebt; woraus ich leicht schliessen kann, dass die Kapazität der Flasche nur noch einmal so groß, als die Kapazität des Deckels, ist. Hierauf hebe ich den Deckel in die Höhe, um seine natürliche Kapazität wieder herzustellen. Die Intensität, welche der Deckel nunmehr äussert, ist so groß, dass die Elektricität, obgleich sein Rand gut abgerundet ist, dennoch überall ausströmt. Nun weis ich aus andern Versuchen, dass, wenn eine solche Ausströmung Statt finden soll, die Elektricität wenigstens hundert Grad meines Quadrantenelektrometers (d. i. ungefähr siebzig ohne Korrektion), folglich tausend Grad des empfindlichsten Flaschenelektrometers stark seyn muss. Hieraus ziehe ich den zuverlässigen Schluss, dass die Elektricität über hundert-mahl kondensirt worden ist.

Um nun genau zu bestimmen, wie weit die Kondensation getrieben worden, muss man das Ausströmen der Elektricität, welche der aufgehobene Deckel nicht mehr fassen kann, verhüten, und dieß habe ich durch folgendes leichte Mittel bewerkstelliget.

Sobald der Deckel aufgehoben wird, trifft er mit einer Kette zusammen, welche an einem isolirten Leiter von hinlänglicher Kapazität hängt, an dessen einem Ende das Quadrantenelektrometer angebracht ist. Statt dass also der Deckel die überflüssige Elektricität, die er nicht weiter fassen kann, in die Luft ausströmen lässt, theilt er dieselbe dem Leiter mit, welcher sie ganz aufzunehmen im Stande ist. Nun habe ich schon vorher gefunden, dass die Kapazität des Leiters drey Mahl größer, als die Kapazität des Deckels ist. Ich habe z. B. bemerkt, dass, wenn der Leiter nach dem

Qua-

Quadrantenelektrometer vierzig Grad Elektricität hat, und man den nicht elektrisirten Deckel mit ihm in Berührung bringt, das Elektrometer auf dreyszig Grad fällt; so wie hingegen, wenn der Deckel vierzig Grad Elektricität hat, und mit dem nicht elektrisirten Leiter in Berührung kommt, das Elektrometer auf zehn Grad steigt. Hieraus folgt, daß die Anzahl der Grade, auf welche das Quadrantenelektrometer in dem gedachten Versuche steigt, nur ein Viertel der Elektricität beträgt, welche sich im Deckel angehäuft hat. Nun habe ich bemerkt, daß das Quadrantenelektrometer ungefähr auf dreyszig Grad stieg; folglich machte die Elektricität des Deckels 120 Grad des Quadrantenelektrometers, oder 1200 Grad des ersten Flaschenelektrometers aus; weil nun die Ladung des auf dem Halbleiter ruhenden Deckels nur zehn Grad betrug, so mußte ich schliessen, daß sie auf eine 120 Mahl grössere Intensität erhoben worden war.

Ich habe denselben Versuch öfters angestellt. Bald lud ich dieselbe Leidner Flasche, bald andere grössere, oder kleinere, bald stärker, bald schwächer, meistens aber weniger, als funfzehn Grad (denn eine stärkere Elektricität überwindet leicht den geringen Widerstand des Marmors, dringt folglich in denselben ein, und verliert sich zum Theil); bald bediente ich mich dieses, bald jenes Deckels und Leiters, so daß andere Verhältnisse der Kapazität eintraten. Allein aller dieser Aenderungen ungeachtet fand ich immer, wenn anders der Apparat in der gehörigen Ordnung, besonders der Marmor hinlänglich trocken war, unter diesen Versuchen eine vollkommne Uebereinstimmung; denn gewöhnlich ward die Elektricität ungefähr hundert und zwanzig Mahl kondensirt.

Die Sache noch einfacher zu machen, habe ich den Versuch auch ohne Leiter und Quadrantenelektrometer angestellt. Ich lud nämlich die Flasche von einem halben Quadratfuß Belegung so sehr schwach, daß sie die Pendel des empfindlichsten Elektrometers nur Einen Grad auseinander trieb. Mit der so geladenen Flasche berührte ich hierauf den obigen Deckel von zehn Zoll im Durchmesser, während daß er auf der halbleitenden Fläche lag. Dem Resultate des obgedachten Versuches zu Folge mußte nun die Ladung um ein Drittel abnehmen. Und so war es auch in der That; denn die Pendel divergirten nun, wenigstens so viel das Auge urtheilen konnte, zwey Drittel eines Grades. Als ich hierauf den Deckel in die Höhe hob, zeigte er eine Elektricität von ungefähr achtzig Grad, welche ich, ohne Beyhülfe eines andern Instruments, mit dem zweyten Flaschenelektrometer messen konnte.

Auf diese Weise wird nun wohl der Versuch einfacher, und der Weg zum Ziele gerader, allein dafür kann man auch eher fehlen, weil man sich nicht so leicht überzeugen kann, daß die Ladung der Flasche genau Einen Grad, weder mehr, noch weniger, stark ist. Ist dieß nicht der Fall, fehlt man um ein Viertel, ja selbst nur um ein Achtel eines Grades, so vervielfacht sich der Fehler dermaßen, daß er merklich wird; da hingegen bey den obigen Versuchen, wo man von einer zehn, zwölf oder funfzehn Grad starken Ladung ausgeht, der Irrthum, weil das Auge die Divergenz der Pendel bis auf ein Viertel eines Grads zu erkennen im Stande ist, höchstens nur ein Vierzigstel des Ganzen betragen kann.

Aus diesen auf so vielerley Art angestellten Versuchen erhellt also, daß die Elektricität vermittelt eines

nes solchen Apparats (einer Marmorplatte und eines genau darauf passenden metallenen Deckels) ungefähr hundert und zwanzig Mal kondensirt werden kann. Ich sage: ungefähr, weil ich immer noch einige geringe Verschiedenheiten gefunden habe, wenn ich auch dafür sorgte, daß alle Umstände vollkommen gleich waren. Findet bey diesen eine merkliche Ungleichheit statt, so weichen die Resultate von der festgesetzten Grenze sowohl als von einander außerordentlich ab. Die Umstände, von welchen der Erfolg des Versuchs am meisten abhängt, sind die Materie der halbleitenden Fläche, die grössere oder geringere Trockenheit derselben, und die Geschwindigkeit der Operation.

Den letzten Umstand anlangend, erinnere ich nur, daß man, besonders bey einer zu stark leitenden Fläche, sehr wohl thut, wenn man den metallenen Deckel in demselben Augenblicke (ja nicht eher) aufhebt, da man das Fläschchen wegzieht.

Was die Materie der halbleitenden Fläche betrifft, so scheint mir der Marmor immer noch vorzüglich brauchbar zu seyn. Das gut überfirnisste Holz kondensirt etwas weniger. Viel weniger kondensiren die hölzernen oder metallenen Scheiben, die einen harzigen Ueberzug haben. Diefs rührt daher, daß die Elektricität nicht in dem allzuwenig leitenden Ueberzuge, sondern unter demselben, da wo er aufhört, erregt wird; wegen dieses Zwischenraumes nun kann sie nicht so gut der Elektricität in dem aufgesetzten metallenen Deckel das Gleichgewicht halten, folglich kann sich auch nicht so viel Elektricität daselbst anhäufen. Der überfirnisste Taffet kondensirt, da er dünn ist, beynahe eben so gut, als der Marmor, und ist aus andern Ursachen demselben vorzuziehen; hauptsächlich darum, weil er fast nie in der Sonne oder am Feuer

getrocknet zu werden braucht: da hingegen der Marmor gewöhnlich erst getrocknet werden muß, weil er sonst sehr wenig, und meistens ganz und gar nicht kondensirt.

Ueberhaupt kommt bey dem Marmor, bey dem trocknen Holze, sowohl dem nicht überfirnißten, als dem überfirnißten, bey wollenen Zeugen, die, so wie andere Tücher, zum kondensiren gebraucht werden können, bey dem Leder u. s. w. auf die gehörige Trockenheit außerordentlich viel an, indem alle Kraft zu kondensiren auf diesem Umstande beruht. Als ich sagte, daß die Elektricität, wenn die Marmorplatte im gehörigen Zustande ist, ungefähr hundert und zwanzig Mahl kondensirt werden kann, so meinte ich hinlänglich, d. i. weder zu sehr, noch zu wenig trocknen Marmor. Denn auch die allzugroße Trockenheit ist nachtheilig, weil dann der Marmor zu wenig leitet. Noch öfter aber schadet die Feuchtigkeit, denn alsdann wird die Elektricität entweder gar nicht, oder nur vierzig oder sechzig Mahl kondensirt. Wenn ich den rechten Punkt traf, habe ich mehr als einmal die Elektricität noch mehr, d. i. hundert und sechzig, hundert und achtzig, ja selbst zweyhundert Mahl kondensiren können. Allein dieß ist doch nur selten der Fall, und ich begnüge mich daher mit der obgedachten hundert und zwanzigfachen Kondensation, die ich immer erreichen kann, wenn ich bey der Zubereitung der halbleitenden Fläche zum Versuche und dann bey dem Versuche selbst nur mäßig aufmerksam bin.

Ich komme nun zu dem Beyspiele, woran ich zeigen wollte, wie viel Nutzen die Vereinigung des Elektrometers mit einem kleinen Kondensator leistet. Man nehme eine kleine Leidner Flasche, und lade dieselbe so wenig, daß, wenn man mit ihrem Ha-

Haken mein empfindlichstes Elektrometer berührt, die Strohhalme nur Einen Grad auseinander fahren. Man nehme überdies einen guten Kondensator, der, wie gewöhnlich, aus einer hinlänglich trocknen Marmorplatte und einem genau anliegenden messingenen Deckel besteht. Dieser Deckel sey so groß, daß er, wenn er auf der Marmorplatte steht, eben so viel Kapazität, als die gedachte Leidner Flasche, besitzt; und dieß wird der Fall seyn, wenn die Oberfläche des Deckels, welche die Marmorplatte berührt, beynahe eben so viel Quadratzoll, als die Leidner Flasche Belegung, hat. Nun berühre man mit der Flasche den Deckel, während daß er auf der Basis steht; so wird die Hälfte der Ladung der Flasche in den Deckel übergehen, die Elektrizität wird folglich nunmehr in der Flasche sowohl als im Deckel einen halben Grad betragen; vorausgesetzt, daß der Marmor recht trocken ist, indem sonst etwas von der Elektrizität in denselben eindringen, oder sich zerstreuen könnte. Man hebe nun den Deckel von der Basis auf. Ist der Kondensator so stark, daß er die Zeichen der Elektrizität auf einen hundert und zwanzig Mahl höhern Grad erhebt, welches, wie ich erinnert habe, die gewöhnliche Grenze ist, so wird der aufgehobene Deckel eine Elektrizität von sechzig Grad äussern. Hält man ihn hierauf an das Elektrometer, so muß seine Elektrizität im Verhältniß der Kapazität desselben abnehmen; beträgt diese Kapazität z. B. ein Fünftel der Kapazität des Deckels, so bleiben nur noch funfzig Grad Elektrizität übrig.

Nun wollen wir den Versuch auf die andere einfachere Weise anstellen, d. i. wir wollen die Marmorplatte und ihren messingenen Deckel weglassen, und dafür die oben am Elektrometer auf die gedachte Art

angebrachte Scheibe als Kondensator brauchen. Wir wollen annehmen, daß diese Scheibe vier Mal kleiner, als der Deckel jenes Kondensators sey, folglich, wenn der überfirnißte Taffet mit der Hand darauf gehalten wird, eine vier Mal kleinere Kapazität, als die zum obigen Versuche gebrauchte Leidner Flasche; besitze. Hat die Flasche auch jetzt eine Ladung von einem Grade, so wird diese Ladung, wenn die Flasche die Scheibe berührt, in der Flasche sowohl als in der Scheibe, wie man leicht sieht, auf vier Fünftel eines Grades fallen. Steigt nun die Kondensation der Elektrizität, wie oben, auf das Hundertundzwanzigfache, so wird die Scheibe, wenn der Taffet weggenommen worden, eine Elektrizität von 96 Grad äußern; und eben so viel, oder doch beynahe eben so viel Grad wird auch das Elektrometer angeben, weil die Pendel desselben mit der Scheibe selbst unmittelbar zusammenhängen. Ich sage: beynahe eben so viel; denn auch die Kapazität der Pendel, die freylich in Vergleichung mit der Kapazität der Scheibe nicht viel beträgt, kommt hier mit in Betrachtung. Hieraus ergibt sich, daß man auf diese Weise fast noch einmal so viel gewinnt, denn statt fünfzig bekommt man sechs und neunzig Grad.

Ich habe diesen Versuch auf mancherley Art wiederholt, z. B. zum Kondensator einen größern Deckel genommen, der folglich, wenn er auf der Marmorplatte stand, mehr Kapazität, als die Leidner Flasche, von welcher er die Elektrizität erhielt, besaß. In solchen Fällen war der Verlust noch größer, so daß der Vortheil der Verbindung des Kondensators und des Elektrometers auf das augenscheinlichste erhellt.

In der That habe ich diesen so einfachen Kunstgriff von so ausgebreitetem Nutzen gefunden, daß ich
mich

mich desselben von dem Augenblicke an, da ich darauf verfiel, bey der natürlichen sowohl als künstlichen Elektricität immer bedient habe, und noch jetzt bediene. Es ist gewiss keine Kleinigkeit, vermittelt dieser Vorrichtung die Elektricität einer Leidner Flasche, deren Ladung so ungemein schwach ist, daß sie nur ein Hunderttheil, oder gar nur ein Zweyhunderttheil eines Grades beträgt, merklich machen zu können. Im ersten Falle würden die Pendel des Elektrometers ungefähr einen Grad, im zweyten einen halben Grad auseinander gehen; eine Divergenz, welche das Auge, wenn anders das Instrument im gehörigen Zustande ist, immer noch bemerken kann, so wie man auch die Art dieser Elektricität zu erkennen im Stande ist. Hat die Flasche oder ein großer Leiter eine Elektricität von einem Drittel oder Viertel eines Grades, die folglich ganz unmerklich ist, so bekommt man bey dem empfindlichsten Elektrometer über dreyszig oder über zwanzig Grad. In diesem Falle reicht die Skale dieses Elektrometers, weil die Strohhalme an die Seitenwände der Flasche anstoßen, nicht einmal zu; man muß daher zum zweyten Elektrometer mit schwerern Pendeln, bey dem Ein Grad so viel gilt, als fünf Grad bey jenem, seine Zuflucht nehmen.

Ich übergehe andere mit dieser Vorrichtung verbundene Vortheile, worunter besonders die Leichtigkeit der Versuche, deren ich oben beyläufig gedacht habe, und die in die Augen fällt, Aufmerksamkeit verdient. Ich setze nur noch hinzu, daß der gewichste oder überfirniste Taffet selbst, bey feuchter Witterung, besonders wenn man ihn häufig in der Tasche trägt, recht gute Dienste leistet. Er braucht daher selten oder niemals in der Sonne oder am Feuer, wie die Marmorplatten, getrocknet zu werden.

Ich

Ich habe Sie, so viel als nöthig, vielleicht mehr, als ich sollte, von den Verbesserungen und Zusätzen, die ich an CAVALLO's tragbarem Elektrometer angebracht habe, unterhalten, und mich dabey gelegentlich über Gegenstände ausgelassen, welche mit der Elektrometrie, die mich seit einiger Zeit beschäftigt, in enger Verbindung stehen. Ich könnte über den sehr ausgedehnten Gebrauch dieses schätzbaren Instruments weit mehr sagen, wenn ich nicht an einen Mann schriebe, dem dieses alles schon bekannt ist. Indessen muß ich *Ihnen* doch noch einen andern neuen, vor einiger Zeit von mir erfundenen Kunstgriff bekannt machen, der mir den größten Vortheil gewährt, wenn ich mein Elektrometer, entweder allein, oder mit dem Kondensator verbunden, besonders bey Beobachtungen über die atmosphärische Elektricität, und bey gewissen neuen Versuchen mit der (durch bloße Ausdünstung, Verbrennung u. s. w. erregten) künstlichen, durch welche ich den wahren Ursprung und den Gang der natürlichen zu entdecken suche, anwende. Doch dies alles sey der Inhalt künftiger Briefe, die auf diesen, der schon zu lang gerathen ist, sogleich folgen sollen.

Ich verharre u. s. w.

Zwey:

Zweyter Brief.

Ich schmeichle mir, daß die im vorigen Briefe beschriebenen Verbesserungen und Zusätze, womit ich das Flaschenelektrometer vollkommener gemacht habe, von ihnen gebilligt worden sind; denn da die Vorrichtung so einfach ist, so zweifle ich nicht, daß Sie sogleich einen Versuch damit gemacht haben werden. Sie werden nun mit mir der Meinung seyn, daß dieß Instrument in jeder Rücksicht höchst schätzbar ist. Der größte Vorzug desselben scheint mir indessen, und ich hoffe hierin mit Ihnen übereinstimmend zu denken, nicht sowohl in der großen Empfindlichkeit, als vielmehr in der genauen Uebereinstimmung und Vergleichbarkeit seiner Grade, die ich durch den Gebrauch bloßer Strohhalme anstatt der dünnen Metalldräthe mit Hohlundermarkkugeln bewirkt habe, zu bestehen. Zwar läugne ich nicht, daß auch die Empfindlichkeit ein großer Vorzug solcher Instrumente ist; wenn ich indessen bedenke, daß sie bey meinem Elektrometer bereits so weit getrieben ist, als zu den feinsten Versuchen über die atmosphärische Elektricität sowohl als über die durch Ausdünstung, Verbrennung u. s. w. erregte künstliche hinreicht, so möchte ich eine größere Empfindlichkeit fast für überflüssig halten, und bin daher auch gar nicht bemüht, das Instrument empfindlicher zu machen. Zufrieden mit meinem Elektrometer, so wie dasselbe jetzt beschaffen ist, überlasse ich es andern Naturforschern, wenn es ihnen gefällt, sich damit zu beschäftigen, d. i. die Empfindlichkeit des Instruments noch höher zu treiben. Sollten sich in dieser Rücksicht Ver-

Verbesserungen anbringen lassen, so werde ich denselben meinen vollen Beyfall schenken, besonders wenn sie nicht auf Kosten der Komparabilität der Grade, woran so sehr viel gelegen ist, geschehen *).

Die

- *) Herr TRALLES, Professor der Physik in Bern, sagte mir bey seiner Durchreise durch Como (im August 1787, zu welcher Zeit ich eben diese Briefe schrieb), da ich ihm verschiedene Versuche über die durch Ausdünstung und Verbrennung erzeugte Elektricität, und zugleich das nach meiner Methode eingerichtete Flaschenelektrometer zu zeigen Gelegenheit hatte, er habe schon seit einiger Zeit den Gedanken gehabt, ein noch empfindlicheres Elektrometer mit Haaren, anstatt der Metalldrähte oder Strohhalme, zu verfertigen. Allein der Schwierigkeit, die Haare immer in der nöthigen geraden Richtung zu erhalten, und noch anderer Unbequemlichkeiten zu geschweigen, sieht man leicht, daß ein solches Instrument einen sehr wesentlichen Fehler haben würde: die Haare würden viel zu wenig leiten, folglich die Elektricität, besonders eine sehr schwache, nicht leicht annehmen, und eben so schwer wieder fahren lassen.

Glücklicher ist Herrn BENNET's, eines geschickten Englischen Elektrikers, Einfall, der statt der Metalldrähte zwey Streifchen Blattgold nimmt. Herr ZIMMERMANN in Braunschweig, welchen ich zu Genf gegen Ausgang des Septembers 1787 anzutreffen das Vergnügen hatte, gab mir von dieser Erfindung zuerst Nachricht, und versicherte mir, er habe bey dem berühmten Mechanikus und Naturforscher, Herrn ADAMS, einige solche Elektrometer von so erstaunenswürdiger Empfindlichkeit gesehen, daß das bloße Blasen auf die metallene Kappe derselben Spuren von Elektricität erregt hätte. Im April des laufenden Jahres (1788) endlich habe ich die dritte zu Ende des verwichenen Jahres (1787) erschienene Ausgabe von ADAMS's Essay on Electricity erhalten, wo sich in einem Supplemente, das viele neue Sachen enthält, auch die Beschreibung eines solchen neuen höchst empfindlichen Elektroskops und verschiedene damit angestellte merkwürdige Versuche finden.

In der That läßt sich nicht läugnen, daß ein solches Instrument

Die Vergleichbarkeit der Grade ist nicht nur bey den sehr empfindlichen Flaschenelektrometern, sondern auch bey den Quadrantenelektrometern, deren wir uns ge-

strument einen grossen Vorzug besitzt. Es verräth sogleich das Daseyn der Elektricität in vielen Fällen, wo es sehr schwer oder wohl gar unmöglich ist, sie mit meinen besten Elektrometern zu entdecken, wenn man sich nicht noch anderer Kunstgriffe, z. B. des Kondensators, bedienen will. Allein in allen andern Fällen, wo auch meine Elektrometer die Elektricität angeben, werden diese immer ihrer Komparabilität halber den Vorrang behaupten. Diese Eigenschaft möchte dem Bennetischen wohl fehlen, das daher auch eher Elektroskop, als Elektrometer, heissen sollte, wenn man es nicht etwa lieber seiner unvergleichlichen Empfindlichkeit wegen elektrisches Mikrometer, oder Mikroelektrometer nennen will; eine Benennung, die man diesem Werkzeuge allein lassen, dagegen aber die Elektrometer mit Strohhalmen schlechtweg Elektrometer, und das Henleysche, wie es schon längst geheissen hat, Quadrantenelektrometer nennen sollte.

In dem vorigen Briefe habe ich gezeigt, dass man wegen des grossen Umfanges der elektrischen Versuche mehrere Elektrometer nöthig hat. Ich empfahl daher jedem Naturforscher, sich vier dergleichen Instrumente, ein Paar Flaschenelektrometer, und eben so viel Quadrantenelektrometer, anzuschaffen. Diese Werkzeuge stehen, wie ich dort bemerkt habe, in einem solchen Verhältnisse zu einander, dass das erste Flaschenelektrometer mit den feinsten Strohhalmen, also von sehr grosser Empfindlichkeit, fünf Mahl empfindlicher, als das andere Flaschenelektrometer, ist, d. h. fünf Grad angibt, wenn die Pendel des andern nur Einen Grad divergiren; dass ferner das zweyte Flaschenelektrometer auf zwey Grad weist, wenn der Zeiger des ersten Quadrantenelektrometers sich um Einen Grad erhebt; endlich dass fünf Grad des ersten Quadrantenelektrometers Einen Grad des zweyten gelten. Folglich gilt Ein Grad des letzten so viel, als funfzig Grad des empfindlichsten Flaschenelektrometers. Ich sagte, dass diese vier Instrumente so ziemlich hinreichen würden, weil man so eine Skale von zwey Tausend vergleichbaren Graden hätte. Indessen gab ich noch zur Messung einer
außer.

gewöhnlich bey den Elektrifirmaschinen, besonders zur Messung der Ladungen der Leidner Flaschen und der Batterien bedienen, unumgänglich nöthig. Bey dieser Gelegenheit melde ich ihnen, daß ich das im vorigen Briefe vorgeschlagene Mittel *), einen gewissen Grad des Quadrantenelektrometers als Fundamentalgrad festzusetzen, versucht, und sehr zweckmäfsig gefunden habe. Weil indeffen die Repulsion zwischen den zwey Scheiben zu klein war, so daß, wenn ich sie zusammen mit einer nicht völlig geladenen Leidner Flasche elektrifirte, ein Gewicht von zwölf bis vierzehn Gran kaum überwunden werden konnte; und weil überdies der Versuch, so angestellt, wegen der mehr oder weniger isolirenden Kraft der Luft nicht immer gleiche Resultate gab: so habe ich den gesuchten Grad der Elektricität lieber durch Attraction zu bestimmen gesucht. Diese Attraction äußert sich nicht nur bey einem gleichen Grade der Elektricität stärker, als die Repulsion, sondern ist auch bey weitem beständiger, und, wenn man den Versuch mit der gehörigen Aufmerksamkeit anstellt, keinen Anomalieen unterworfen. Außerdem wird auch der Versuch selbst viel einfacher und leichter. Wir brauchen dazu nicht zwey gleiche

ausserordentlich starken Elektricität ein anders Instrument an, das man ein elektrisches Megameter nennen könnte †). Damit also nichts weiter fehlen mag, setze ich noch das so eben beschriebene elektrische Mikrometer hinzu, das bey einer äußerst schwachen Elektricität gebraucht werden kann. So bekommt man mit sechs Instrumenten einen elektrometrischen Apparat, dem an Vollständigkeit gewifs nichts abgehen wird.

†) So hat bereits Herr DE Luc sein schwerstes Quadrantenelektrometer genennt. Man sehe seine *Idées sur la Météorologie*.

*) Man sehe oben S. 43.

gleiche metallene Scheiben, sondern haben an Einer genug. Man befestigt dieselbe mit trocknen und reinen seidnen Schnüren an den Arm einer hinlänglich empfindlichen Wage, und läßt sie über einer Tafel oder andern leitenden Fläche in der gehörigen Entfernung parallel hängen. Die Entfernung kann vier, drey, zwey, oder einen Zoll, und, wenn man will, noch weniger betragen. Allein fehlt man dabey, was leicht geschehen kann, z. B. um ein Viertel einer Linie, so wird der Fehler desto beträchtlicher, je geringer die Entfernung ist; denn in diesem Falle beträgt er bey einer Entfernung von sechs Linien ein Vierundzwanzigstel, und bey einer von drey Linien gar ein Zwölftel; da er hingegen nur ein Sechsendneunzigstel ausmacht, folglich aus den Augen gesetzt werden kann, wenn die Scheibe von der leitenden Fläche um vier und zwanzig Linien absteht.

Ich habe daher eine Entfernung von zwey Zoll als die schicklichste angenommen. Wenn ich nun die von der leitenden Fläche so weit abstehende Scheibe vermittelst einer Leidner Flasche, die ich anfänglich sehr schwach, so daß sie kaum einen Stofs geben konnte, allmählich aber immer stärker, und zuletzt so stark als möglich lud, elektrisirte, so bemerkte ich, daß die Scheibe gegen die leitende Fläche eine Anziehung äusserte, welche verschiedenen Gewichten, von einem Grane bis zu funfzig, sechzig und mehr Granen, das Gleichgewicht zu halten im Stande war.

Natürlich mußte bey einer Scheibe von einem noch einmal so grossen Durchmesser auch die Attraction, vorausgesetzt, daß der Grad der Elektricität sowohl als die Entfernung der Scheibe von der leitenden Fläche einerley blieb, grösser seyn. Daß diese Attraction, wie der Flächeninhalt der Scheibe, wachsen, d. i. vier-

mal größer werden würde, liefs sich wohl vermuthen; allein um die Sache außer Zweifel zu setzen, waren erst Versuche anzustellen; und diefs habe ich mit einer Scheibe von zehn Zoll im Durchmesser gethan.

Was man nicht so leicht erwartet hätte, und was wohl manchen befremden dürfte, ist, dafs die Attraction der Scheibe gegen die leitende Fläche, wenn der Durchmesser der Scheibe und die Entfernung derselben von der Fläche einerley bleiben, und nur die Ladung der Leidner Flasche, von welcher die Scheibe Elektrizität überkommt, verändert wird, nicht im einfachen, sondern im verdoppelten Verhältnisse (*ratio duplicata*) der Grade der Ladung wächst. Auf dieses unerwartete Gesetz, das sich jedoch recht gut erklären läfst, wenn man überlegt, dafs in demselben Maafse, in welchem die Elektrisirung der von der Flasche berührten Scheibe wächst, auch die entgegengesetzte Elektrizität in der leitenden Fläche vermöge der Atmosphäre der Scheibe zunimmt, hat mich eine sehr grofse Anzahl von Versuchen geleitet, wovon ich hier, um kurz zu seyn, nur einige anführen will. Als ich meine fünfzollige Scheibe an der Wage, zwey Zoll weit von der leitenden Fläche, mit einer Flasche elektrifirte, deren Ladung fünf und vierzig Grad meines Quadrantenelektrometers, die gehörig korrigirt ungefähr funfzig Grad gelten *), stark war, so bemerkte ich, dafs die andere Wagchale, die ich mit vier und zwanzig Gran beschwert hatte, etwas stieg. Ich wiederholte hierauf den Versuch, nachdem ich erst die Ladung der Flasche auf fünf und dreyfsig Grad desselben Elektrometers hatte abnehmen lassen. Das nunmehr von der Attraction überwundene Gewicht war genau die Hälfte

des

*) Man sehe den ersten Brief.

des ersten, oder zwölf Gran. Ich verminderte die Ladung noch mehr, und brachte sie auf fünf und zwanzig Grad; so hob die Scheibe nicht mehr als sechs Gran. Endlich bey einer Ladung von siebenzehn bis achtzehn Grad konnte die Attraction nur drey Gran überwinden.

In demselben verdoppelten Verhältnisse nimmt die Attraction ab, indess die Entfernung zunimmt, so daß bey einer zwey, drey, vier Mahl grössern Entfernung die Attraction vier, neun, sechzehn Mahl kleiner wird; will man folglich bey jeder Entfernung die Attraction gleich gross haben, so muß in demselben einfachen Verhältnisse, in welchem die Entfernung zu- oder abnimmt, auch die Ladung der Flasche wachsen oder abnehmen, d. i. bey einer zwey-, drey-, vierfachen u. s. w. Entfernung zwey-, drey-, vierfach u. s. w. werden. Auch auf dieses Gesetz haben mich viele und mancherley Versuche geleitet. Diese Versuche haben mir, so wie alle andere, deren ich schon gedacht habe, immer Resultate gegeben, die mit den angezeigten Gesetzen desto genauer übereinstimmten, je sorgfältiger ich dabey verfuhr, und je günstiger die Witterung war.

Dieses Gesetz der Anziehung im umgekehrten verdoppelten Verhältnisse (*ratio duplicata inversa*) der Entfernung war leichter zu vermuthen, als das andere Gesetz des gleichfalls verdoppelten Verhältnisses der ladenden Kräfte, dessen ich vorher erwähnt habe; denn gewöhnlich nimmt man an, daß sich die Wirkung der Elektricität verkehrt, wie das Quadrat der Entfernung, verhält *). Aber wie, wenn ich zeigen werde, daß

E 2

dies

*) Diese Meinung haben durch Versuche darzuthun gesucht Mylord MAHON in seinen Principles of Electricity (Lord MAHON's Grundsätze der Elektricität, aus dem Englischen übers. und mit Anmerkungen begleitet von I. F. SEEGER, mit

dieses weder in Rücksicht der Drucks der Atmosphären, welcher, wie ich entdeckt habe, vielmehr in dem einfachen verkehrten Verhältnisse der Entfernung geschieht, noch in Ansehung der Repulsion der Körper, die einerley Elektricität besitzen, Statt findet; ja dafs es nicht einmal von der Attraction überhaupt, sondern nur alsdann gilt, wenn einestheils die Scheibe mit der geladenen Flasche bey jeder Entfernung von neuem berührt wird, und anderntheils die leitende Fläche mit dem Erdboden immer in unmittelbarer Verbindung steht; und dafs in diesem Falle die Attraction im verdoppelten Verhältnisse der Annäherung nur in so fern wächst, wie fern die mit dem Erdbodenkommunicirende Fläche nach Mafsgabe der Annäherung mehr entgegengesetzte Elektricität bekommt? Aendert sich einer dieser Umstände, d. h., behält die Scheibe die Elektricität, welche sie von der Flasche bey einer gewissen Entfernung von der untern Fläche erhalten hat, und wird dann diese Entfernung verändert; oder wird, bevor man die Entfernung ändert, die Kommunikation der untern Fläche mit dem Erdboden unterbrochen, folglich die Fläche isolirt; oder geschieht beides; oder endlich elektrisirt man zwey Scheiben, jede für sich, die eine positiv, die andere negativ, und bringt sie dann in verschiedenen Entfernungen an einander; so geschieht die Attraction nicht mehr nach dem umgekehrten verdoppelten Verhältnisse der Entfernungen, sondern entweder nach dem einfachen, oder nach dem halb so grofsen (*ratio subduplicata*), oder nach einem zwischen beyden inne liegenden Verhältnisse. Von diesen Gesetzen haben mich viele Versuche überzeugt, und noch eini-

mit Kupf. Leipzig 1789. 8.) und neuerlich Herr COULOMB in einer eigenen Abhandlung, die in ROZIER's Journal der Physik eingerückt worden ist. Die von diesen Naturforschern eingeschlagenen Wege habe ich verlassen, und dafür einen geradern gewählt, der, wie man sehen wird, weiter führt.

einige andere neue und merkwürdige Gesetze habe ich zu entdecken Gelegenheit gehabt, als ich grössere, bald gleiche, bald ungleiche, Scheiben, Kugeln, Cylinder oder Spitzen brauchte, und überhaupt die Versuche auf mancherley Art abänderte.

Doch von diesem Gegenstande kein Wort mehr! Er macht einen grossen Theil meiner elektrometrischen Bemühungen aus, und ich gedenke ihn in meinen Versuchen über die Elektrometrie zu entwickeln. Ich wollte eigentlich zeigen, wie sich durch dergleichen Versuche ein unveränderlicher Grad der Elektricität festsetzen, und mit einem gegebenen Grade des Quadrantenelektrometers, der dadurch Fundamentalgrad wird, in Uebereinstimmung bringen läßt. Meine Methode, dies zu bewerkstelligen, will ich Ihnen nun ausführlich beschreiben, damit Sie und andere Naturforscher mit mir einerley Resultate erhalten können.

Zuvörderst bringe ich, wie ich schon erinnert habe, die an der Wage hängende Scheibe in einer Weite von zwey Zoll über eine andere mit dem Erdboden communicirende Scheibe oder irgend eine leitende Fläche. Dabey sehe ich dahin, daß die Entfernung weder mehr, noch weniger betrage, und die Scheibe der leitenden Fläche vollkommen parallel hänge. Steht nun die Wage im Gleichgewicht, so beschwere ich die an dem andern Arme hängende Wagschale mit zwölf Gran, und unterstütze sie gehörig, um das Sinken zu verhüten. Alsdann fange ich an, mit einer Leidner Flasche, die eine mehr als mittelmässige Ladung hat, der Scheibe einen Funken zu geben; so wird das Gewicht der zwölf Gran überwunden, und die Scheibe sinkt nieder. Ich wiederhole den Versuch, bis die Ladung der Flasche, die immer schwächer wird, endlich so weit abgenommen hat, daß die elektrische Anziehung der mit dem Haken der Flasche berührten Scheibe nur einen ge-

ringen Ausschlag gibt. Habe ich diesen Grad der Ladung gefunden, so berühre ich mit dem Haken der Flasche einen kleinen cylindrischen Leiter, an dessen Ende das Quadrantenelektrometer, welches ich reguliren will, angebracht worden ist. An dem Pendel dieses Elektrometers hängt ein Kügelchen von Hohlundermark, welches so groß ist, daß das Pendel durch diese Ladung genau auf fünf und dreyßig Grad (d. i. Grade des Kreises) gehoben wird. Dies zu bewerkstelligen, bringe ich erst an das Pendel ein Kügelchen von beliebiger Größe; sehe ich nun, daß das Pendel auf diese Weise zu hoch steigt, so vertausche ich das Kügelchen mit einem größern, im entgegengesetzten Falle aber mit einem kleinern, bis ich endlich, indem ich jedesmal den Versuch mit der Wage wiederhole, die rechte Größe treffe. Beträgt das Pendel, welches ein mittelmäßig dicker Strohhalm ist, in der Länge vier Zoll, und spielt es zwischen zwey Halbkreisen *) von zwey Zoll im Halbmesser, so muß das Kügelchen ungefähr drey Linien dick seyn. Man begreift aber leicht, daß die Dimensionen auch anders seyn können, wenn man nur das Ganze so einrichtet, daß das Pendel des Quadrantenelektrometers genau fünf und dreyßig Grad für diejenige Elektricität angibt, vermöge welcher eine fünfzollige, von der leitenden Fläche zwey Zoll abstehende Scheibe ein Gewicht von zwölf Gran überwindet. Sind diese drey Größen genau bestimmt, (und dies kann man, wie man sieht, leicht erreichen,) so hat man allen Bedingungen Gnüge geleistet. Alle

*) Die beyden graduirten Halbkreise habe ich schon seit einigen Jahren an dem Quadrantenelektrometer angebracht, um der Lateralrepulsion auszuweichen, welche bey Einem Halbkreise Statt findet, und wodurch das freye Spiel des Zeigers gehindert wird.

so eingerichtete Quadrantenelektrometer stimmen nicht nur in Rücksicht des Fundamentalgrades vollkommen mit einander überein, sondern harmoniren auch in allen andern niedern Graden, von deren Komparabilität ich an einem andern Orte schon gesprochen habe. Die Versuche, die ich hierüber angestellt habe, setzen die Sache außer allen Zweifel.

Das so regulirte Quadrantenelektrometer ist weder zu sehr, noch zu wenig empfindlich; denn ein Flaschenelektrometer, wie dasjenige, welches ich im vorigen Briefe beschrieben habe, das zwey ziemlich dünne und zwey Zoll lange Strohhalm ohne Kügelchen hat, wird ungefähr auf zehn Grad weisen, wenn das Quadrantenelektrometer Einen Grad angibt; eine sehr bequeme Einrichtung, da dem geringen Unterschiede, der etwa noch Statt findet, dadurch leicht abgeholfen werden kann, daß man, wie ich an jener Stelle erinnert habe, ein wenig größere oder kleinere Strohhalm nimmt.

Ich habe gesagt, daß die Kraft der elektrischen Attraction weit beträchtlicher und beständiger ist, als die Kraft der Repulsion. In der That ist, wie Sie gesehen haben, bey einer Entfernung von zwey Zoll die Attraction eben so stark, und vielleicht noch stärker, als die Repulsion bey einer viel kleinern Entfernung, d. i. in der Berührung selbst, oder nahe bey der Berührung; denn jene überwindet eben das Gewicht (zwölf Gran), was von dieser überwunden wird. Wie sehr muß aber nicht erst die Attraction dann wachsen, wenn die Entfernung abnimmt? Wir haben gesehen, daß, wenn der Versuch auf die beschriebene Weise angestellt wird, die Attraction im verdoppelten Verhältnisse der Abnahme der Entfernung wächst; wenn man folglich die Scheibe der mit dem Erdboden

kommunicirenden Fläche so weit nähert, daß sie nur Einen Zoll davon absteht, und sie dann mit der Flasche, die, wie zuvor, eine Ladung von fünf und dreyßig Grad hat, berührt, so wird die mit acht und vierzig Gran oder zwey Deniers beschwerte Wagschale gehoben. Bey einer halb so grossen Entfernung, die folglich nur sechs Linien beträgt, wird ein Gewicht von acht Deniers überwunden u. s. w. Ueberhaupt habe ich diesem Gesetze angemessene Resultate bey allen Entfernungen von sechs Zoll an bis auf fünf, ja gar vier Linien herab erhalten. Weiter unten hat mir der Versuch oftmals nicht glücken wollen, weil dann gewöhnlich die Elektricität aus der Scheibe in die leitende Fläche überging.

In Rücksicht der Repulsion ist noch zu bemerken, daß sie nicht nur verhältnißmässig schwach ist, sondern sich auch langsam äußert; denn meistens findet sie nicht gleich in dem Augenblicke, da die Elektricität mitgetheilt wird, sondern erst eine gewisse Zeit darnach Statt. Ich habe fast immer beobachtet, daß, wenn die zwey Scheiben, entweder in unmittelbarer Berührung, oder durch einen kleinen Zwischenraum getrennt, mit einer Flasche, deren Ladung, wie gewöhnlich, fünf und dreyßig Grad stark war, elektrisirt wurden, zehn, funfzehn, zwanzig und manchmal noch mehr Sekunden vergingen, bevor die obere mit den zwölf oder dreyzehn Gran beschwerte Scheibe zu steigen anfang.

Dagegen nimmt diese schwache und langsame Repulsion nur sehr wenig, d. i. kaum um einen, zwey oder drey Gran, ab, obgleich die Scheiben, anstatt sich zu berühren, ziemlich weit, von einer Linie an bis zu vier, sechs, acht und noch mehr Linien, von einander entfernt sind. Dieser Umstand wird manchen befremden, und ist, so wie die Verzögerung, deren
so

so eben gedacht worden, schlechterdings unbegreiflich, wenn man eine wirkliche Kraft der Zurückstossung, im eigentlichen Sinne des Wortes, als unmittelbare Ursache von dergleichen elektrischen Bewegungen annimmt. Im Gegentheil lassen sich beyde Phänomene, und zugleich die Schwäche der Repulsion, in Vergleichung mit der Attraction, sehr leicht erklären, wenn man annimmt, was immer meine Meinung gewesen ist, daß diese Zurückstossung nur scheinbar ist, d. h. nicht von einer besondern Ursache, sondern von dem allgemeinen Gesetz der elektrischen Anziehung herrührt. Mit Einem Worte, diese Erscheinung scheint mir nichts anders als eine Wirkung der Attraction zu seyn, welche zwey gleichnamig elektrisirte Körper gegen die äußern Körper, folglich auch gegen die sie umgebende Luft, besonders auf der Seite zu äußern pflegen, wo die elektrische Flüssigkeit der Luft vermöge der Wirkung der elektrischen Atmosphäre leichter in Thätigkeit gesetzt, also entweder zurückgetrieben und verdünnt, oder angehäuft und verdichtet werden kann, je nachdem der Körper positiv oder negativ elektrisirt ist; denn findet dieß nicht Statt, wird ein Körper in der Oberfläche, welche einem andern elektrisirten Körper entgegen steht, nicht auf die entgegengesetzte Art elektrisirt, so können beyde Körper einander nicht anziehen. Dieses von AEPINUS *) fest gesetzte und durch alle mögliche Erfahrungen bestätigte Grundprincip ist durch diejenigen Versuche, welche ich vor kurzem mit meiner elektrischen Wage angestellt habe, und hier, um nicht weitläufig zu werden, mit Stillschweigen übergehe, noch einleuchtender geworden.

Nimmt man an, daß die elektrische Repulsion

E 5

nur

*) In seinem grossen Werke: *Tentamen theoriae electricitatis et magnetismi.*

nur scheinbar ist, und daß die Bewegungen, welche man einem zurückstossenden Princip ohne Grund zuschreibt, von der Attraction gegen die äußern Körper, wenn es deren in der Nähe gibt, oder im entgegengesetzten Falle gegen die Luft hergeleitet werden müssen, so lassen sich die obgedachten Phänomene auf eine sehr leichte und genugthuende Art erklären, und auf das allgemeine Gesetz der elektrischen Anziehung zurückführen. Dieß will ich nun kürzlich zeigen.

1. Warum vergeht, wenn man die zwey Scheiben elektrisirt, einige Zeit, bevor die obere in die Höhe steigt? Weil die elektrische Flüssigkeit in der Luftschicht, welche sich über dieser Scheibe befindet, wegen der isolirenden Kraft der Luft nur schwer und langsam in Bewegung gesetzt werden kann. Daher vergeht eine gewisse Zeit, bevor die der Luft eigene elektrische Flüssigkeit in dem Grade rege gemacht wird, daß die daraus entspringende Attraction ein Gewicht von zwölf oder dreyzehn Gran, womit die Scheibe beschwert ist, überwinden kann.

2. Warum ist diese Zurückstossung der zwey Scheiben, wenn sie wirklich nur scheinbar und eine Folge der Attraction gegen die äußere Luft ist, so schwach in Vergleichung mit der Anziehung, welche sich alsdann äußert, wenn die obere Scheibe allein elektrisirt wird, und die untere mit dem Erdboden in Verbindung steht? Die Ursache dieses Unterschiedes ist folgende. Weil sich die elektrische Flüssigkeit in der nicht isolirten Scheibe mit vollkommener Freyheit bewegt, so kann sie sich in der Oberfläche, welche der elektrisirten Scheibe zugekehrt ist, auf eine der Wirkung der elektrischen Atmosphäre gemäße Weise verdünnen oder verdichten; da hingegen dieß in der Luftschicht, welche die obere Scheibe berührt, nur unvollkom-

kommen geschehen kann, weil die Luft, wie erinnert worden, isolirt, woraus denn nothwendig nur eine schwache Attraction entspringen muß.

3. Woher kommt es endlich, daß, wenn man die Scheiben gleichartig elektrisirt, die obere, sie mögen nun einander berühren, oder einige Linien weit von einander abstehe, immer beynahe mit derselben Kraft in die Höhe steigt? Dieß rührt daher, daß die elektrische Flüssigkeit der zwischen den zwey Scheiben befindlichen Luftschicht den zwey Kräften, welche sie nach entgegengesetzten Richtungen zu treiben suchen, wenig oder gar nicht folgen kann, so lange die Entfernung nur wenig Linien beträgt; folglich ist die Kraft, mit welcher die obere Scheibe niederwärts gezogen wird, beynahe so viel als nichts, und kann daher diejenige Kraft, mit welcher die Scheibe von der äußern Luft aufwärts gezogen wird, wenig oder gar nicht schwächen. Nur in dem Falle, da die Luftschicht zwischen den zwey Scheiben an Umfang sehr zunimmt, und einen, zwey, vier u. s. w. Zoll dick wird, kann die elektrische Materie in derselben, wenn die Elektrizität der Scheiben positiv ist, nach der Mitte zu merklich verdichtet, oder, wenn sie negativ ist, von der Mitte weg nach den Scheiben hin gezogen werden; folglich wird dann auch die Erhebung der obern Scheibe beträchtlich geschwächt, und endlich ganz aufgehoben, wenn der Abstand der Scheiben von einander die Grenzen ihrer Atmosphären überschreitet.

Viele andere Beobachtungen hatten mich schon überzeugt, daß man gar nicht genöthiget ist, eine elektrische Repulsion anzunehmen, weil sich alle elektrische Phänomene, welche eine solche Kraft anzuzeigen scheinen, recht gut auf das allgemeine Gesetz der Attraction zwischen Körpern, die eine entgegengesetzte Elek-
trici-

tricität besitzen, zurückführen lassen, wenn man nur auch die Luft aus diesem Gesichtspunkte betrachtet. In der That zeigte mir alles, daß in jedem Falle, wo zwey oder mehr Körper sich von einander entfernen, die Luft auf eine entgegengesetzte Art, also negativ oder positiv elektrisirt ist, je nachdem die Körper an elektrischer Materie Ueberfluß oder Mangel haben, und daß, wenn die Luft mit den Pendeln einerley Elektricität besitzt, diese ganz und gar nicht divergiren können. Man kann sich hiervon durch folgenden leichten Versuch überzeugen. An jedes Ende eines Eisendrahtes hänge man ein Paar sehr leichte Pendel, und bringe hierauf die Enden in zwey gläserne Glocken, deren eine Luft enthält, die mit Elektricität angeschwängert worden ist. Sogleich wird man die mit der elektrisirten Luft umgebenen Pendel aus einander fahren sehen, gleichsam als ob sie sich zurückstoßen. Diese Divergenz wächst, und dauert längere Zeit, wenn man den Eisendraht mit dem Finger berührt, weil dann die elektrische Flüssigkeit aus den Pendeln leichter weichen kann. Inzwischen hängen die Pendel, die sich in der nicht elektrisirten Luft der andern Glocke befinden, parallel, ohne daß sich die mindesten Spuren einer Zurückstoßung bey ihnen zeigen. Zieht man nun den Finger von dem Eisendrahte weg, so nimmt die Divergenz jener Pendel, so wie sich die Elektricität der Luft denselben und durch sie dem ganzen nunmehr isolirten Leiter mittheilt, immer mehr und mehr ab, bis sie ganz zusammen fallen, da hingegen die Pendel in der nicht elektrisirten Luft um eben so viel zu divergiren und zu steigen anfangen.

Beobachtungen der Art hatten mich und einige andere von der Nichtigkeit der elektrischen Repulsion vollkommen überzeugt; allein vielen andern Physikern

kern schienen sie immer noch nicht befriedigend zu seyn, und man fuhr fort, eine Zurückstoßung elektrisirter Körper im eigentlichen Sinne des Wortes anzunehmen. Nun aber, da die gedachten Versuche mit meiner elektrischen Wage, besonders der Umstand, daß nach der Mittheilung der Elektricität eine beträchtliche Zeit vergeht, bevor die bewegliche Scheibe sich von der andern zu entfernen anfängt, und die Erklärungen, welche ich davon gegeben habe, die Sache handgreiflich machen, wird hoffentlich niemand weiter an der Wahrheit eines Satzes zweifeln, der in der Theorie der Elektricität von der größten Wichtigkeit ist.

Doch ich sehe, daß ich mich durch dergleichen Digressionen von dem eigentlichen Zwecke dieses Briefes allzuweit entferne. Statt Sie, wie meine Absicht war, mit dem neuen von mir erfundenen Kunstgriffe bekannt zu machen, vermittelt dessen das atmosphärische Taschenelektrometer weit mehr, als sonst, zu leisten im Stande ist, unterhalte ich Sie theils von den Mitteln, das Quadrantenelektrometer vergleichbar zu machen, theils von andern Resultaten, auf welche mich die in dieser Absicht angestellten und andre verwandte Versuche geführt haben; Gegenstände, die an sich zwar wichtig sind, aber doch hier vielleicht am unrichtigen Orte stehen. Indessen schmeichle ich mir, daß Sie meine Beobachtungen hierüber nicht ungern sehen werden; besonders diejenigen, welche die Verbesserung des Elektrometers betreffen, folglich auf die Vervollkommnung der Lehre der Elektricität überhaupt, und der mit derselben so genau verbundenen Meteorologie insbesondre einen nicht geringen Einfluß haben. Ueber die Wichtigkeit dieser Verbesserung sind gewiß alle Naturforscher mit mir einverstanden. Jedermann wird mir einräumen, daß man, um
den

den verschiedenen Zweigen der Physik einen höhern Grad der Vollkommenheit zu geben, meistens mit der Verbesserung der Instrumente anfangen muß. Was würde die Aerometrie, die Thermometrie, die Meteorologie seyn, wenn wir nicht vollkommene Barometer, Thermometer u. s. w. besäßen? Ich übergehe die Mikroskope, denen wir so viele Entdeckungen verdanken, und durch deren Gebrauch naturhistorische Untersuchungen so ungemein erleichtert worden sind, die Fernröhre, die Mikrometer, die Sextanten, und andere Meßwerkzeuge, vermittelt welcher die Astronomie, die Optik u. s. w. so große Fortschritte gemacht haben; ich übergehe andere Maschinen, und erinnere blos an DE SAUSSURE's unvergleichliche Versuche über die Hygrometrie *), wo der lichtvollsten Theorie über die verschiedenen Arten der Dünste und den schönsten Anwendungen derselben auf viele, besonders meteorologische Phänomene blos die Erfindung und die Vervollkommnung des in jeder Rücksicht vorzüglichen Haarhygrometers zum Grunde dienen.

Es ist kaum zu glauben, um wie viel selbst ein kleiner Zusatz, den man an einem schon bekannten Instrumente anbringt, weiter führen kann, sollte auch nur die Anstellung der Versuche dadurch erleichtert werden. Von der Art ist der Zusatz, welchen Herr DE SAUSSURE außer andern wichtigen Verbesserungen an dem von TIBERIUS CAVALLLO erfundenen Flaschenelektrometer angebracht hat. Es ist dieß ein dünner, ungefähr zwey Fuß langer Metalldraht, der an die Kappe dieses Taschenelektrometers angeschraubt wird. Zu diesem Zusatze kommt noch ein neuer, wel-

*) *Essais sur l'hygrométrie*, par HORACE-BENEDICT DE SAUSSURE. A Neuchatel, 1783. 4.

welchen ich erfonnen habe. Auf die Spitze dieses Metalldrahtes nämlich bringe ich eine angezündete kleine Kerze; und hierin besteht eben der Kunstgriff, dessen ich im vorigen Briefe gedacht habe, und von dem ich Sie in diesem unterhalten wollte.

Zuvörderst muß ich Sie an die Vortheile erinnern, welche man dem an CAVALLO's Elektrometer von Herrn DE SAUSSURE angebrachten Zusatze verdankt, bevor ich Sie mit denen bekannt mache, welche vermittelt meines Zusatzes erreicht werden können. Ich verweise Sie also auf den dritten Theil von Herrn DE SAUSSURE's Reisen durch die Alpen *), und besonders auf den vortrefflichen Artikel über die atmosphärische Elektricität **), der Ihre Aufmerksamkeit vorzüglich beschäftigt haben wird. Herr DE SAUSSURE berichtet daselbst, daß er vermittelt des gedachten Metalldrahtes, wenn er das Instrument mit der Hand so weit erhebt, daß der Boden desselben mit den Augen einerley Höhe behält, zu jeder Zeit sehr deutliche Zeichen von Lufterlektricität entdecken, dieselbe einiger Massen messen, und ihren periodischen täglichen Gang verfolgen kann, welchen er auch für jede Jahreszeit bestimmt hat. Daß dieses so bequeme und tragbare Instrument, verbunden mit demjenigen, was Herr DE SAUSSURE von dem Gebrauche desselben und von seinen Beobachtungen meldet, unsere Kenntnisse von der natürlichen Lufterlektricität ungemein bereichert, und unsere Ideen über diesen wichtigen Gegenstand sehr aufgeklärt und berichtigt hat, wird mir jeder einräumen müssen. Ich trage kein Bedenken zu behaupten

*) HORATIUS BENEDICTUS von SAUSSURE Reisen durch die Alpen, dritter Theil, Leipzig, 1787. 8.

**) A. a. O. achtundzwanzigstes Kapitel, S. 131. ff.

behaupten, daß dieser vortreffliche Naturforscher zur Vervollkommnung dieses Hauptzweiges der Meteorologie mehr beygetragen hat, als alle diejenigen, welche sich vor ihm mit dergleichen Beobachtungen beschäftigt haben.

Zwar will ich nicht sagen, daß Herr DE SAUSSURE ebenso wichtige Entdeckungen, wie FRANKLIN, MONNIER und BECCARIA, gemacht hat. Bekanntlich entdeckte der erste die Elektricität der Gewitterwolken, und fand ein Mittel, wie man sich vor den schädlichen Wirkungen des Blitzes schützen kann *). Der zweyte ging einen Schritt weiter, und entdeckte die Elektricität der heitern Luft, bemerkte auch zugleich dabey Spuren eines täglichen periodischen Ganges **). Der dritte endlich bestimmte diesen periodischen Gang genauer, lehrte, daß die Elektricität der heitern Luft immer positiv ist, und unterwarf den Gang und die Veränderungen dieser Elektricität gewissen Gesetzen ***). Zu diesen wichtigen Entdeckungen darf ich wohl, ohne die Grenzen der Bescheidenheit zu überschreiten, auch meine Beobachtung rechnen, daß die bloße Ausdünstung Elektricität hervorzubringen im Stande ist. Ich habe gezeigt, daß die Dünste in dem Augenblicke ihrer Entstehung den ausdünstenden Körpern Elektricität rauben, wodurch die letztern negativ elektrisirt werden. Hieraus erhellt der Ursprung der positiven Luftpotelektricität, die, wie man nun leicht einsieht, von der Verdichtung der Dünste hergeleitet werden muß †). Herr DE SAUSSURE fand

*) Oeuvres de M. FRANKLIN, Paris, 1773.

**) Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris, A. 1752. pag. 240. f.

***)) Dell' elettricità di ciel sereno. Dell' elettricità terrestre atmosferica, S. 1087.

†) Man sehe den Anhang zu meiner Abhandlung über den Kondensator in den philosophischen Transactionen, 1782.

fand dieß alles schon von andern entdeckt; sonst würde er mit Hülfe des von ihm so sehr verbesserten atmosphärischen Elektrometers und bey seiner grossen Genauigkeit und seinem anhaltenden Fleisse im Beobachten diese Entdeckungen gewiss selbstgemacht haben, gleichwie es ihm geglückt ist, die so eben angeführten Gesetze der periodischen Zu- und Abnahme der atmosphärischen Elektricität an heitern und stillen Tagen zu bestätigen, und guten Theils zu berichtigen, ziemlich beträchtliche Unterschiede sowohl überhaupt als auch in Rücksicht der Zeit der grössten und kleinsten Elektricität in den verschiedenen Jahreszeiten zu entdecken, und in Beziehung auf die vom Zustande des Himmels abhängenden Veränderungen derselben etwas zuverlässigeres fest zu setzen.

Ueberhaupt muß man gestehen, daß die Beobachtungen über die atmosphärische Elektricität durch dieses Naturforschers Bemühungen an Leichtigkeit und Gewissheit ungemein viel gewonnen haben. Er hat nicht nur seine Versuche meisterhaft angestellt, so daß sie allen andern Beobachtern zum Muster dienen können, sondern auch durch sein so empfindliches und bequemes Elektroskop, das vor allen andern bis dahin bekannten bey weitem den Vorzug verdient, besonders durch den daran angebrachten Metalldraht zu den Fortschritten der elektrischen Meteorologie mehr, als irgend ein anderer, beygetragen. Von der Menge und Mannigfaltigkeit der Versuche, die man nun überall leicht anstellen kann, läßt sich mit Grund erwarten, daß diese schöne Wissenschaft in kurzer Zeit den höchsten Grad der Vollkommenheit erreichen wird; denn es ist gar nicht wahrscheinlich, daß die Physiker, besonders diejenigen, welche sich mit meteorologischen Beobachtungen beschäftigen, durch Herrn DE SAUSSURE'S Beyspiel nicht aufgemuntert werden sollten, so leichte

und dabey so unterhaltende und belehrende Versuche anzustellen.

Der Umstand, daß die gewöhnlichen atmosphärischen Leiter, wenn sie auch noch so hoch waren, die Luftelektricität doch nur durch schwache Spuren und nur sehr selten verriethen, und daß die atmosphärische Elektricität überhaupt den größten Theil der Tage und fast zu jeder Stunde verborgen blieb, wenn man nicht zu den, nicht zu allen Zeiten anwendbaren und immer unbequemen elektrischen Drachen, oder zu den noch beschwerlichern Racketen des P. BECCARIA, oder endlich zu den kostbaren und schwer zu verfertigenden aerostatischen Maschinen seine Zuflucht nehmen wollte, war Ursache, warum sehr wenig Naturforscher dergleichen Beobachtungen zu unternehmen und gehörig zu verfolgen Lust hatten. Und obgleich mein Kondensator *), besonders wenn noch eine Leidner Flasche dazu kam †), zur Entdeckung einer sehr schwachen Luftelektricität ungemein viel beytragen konnte, so geschah es doch, aller dieser Hülfsmittel ungeachtet, sehr oft, daß man gar keine, oder höchstens schwache und zweydeutige Zeichen von Elektricität erhielt, vorzüglich wenn Gewitterwolken fehlten, und das Wetter regnicht

*) Die Art und Weise, wie diese Vorrichtung bey Beobachtungen über die Luftelektricität gebraucht wird, habe ich in der angezogenen Abhandlung beschrieben.

†) Der leitende Draht wird mit der Leidner Flasche in Berührung gebracht, um aus demselben so viel Elektricität, als möglich, zu ziehen. Hierauf wird der Deckel des Kondensators mit der Flasche berührt u. s. w. Auf dieses Mittel, die atmosphärische Elektricität zu entdecken, bin ich, bald nachdem meine Abhandlung über den Kondensator erschienen war, verfallen, und habe mich desselben seit der Zeit immer bedient.

regnicht oder neblicht war, weil dann der Leiter der Feuchtigkeit wegen fast alle Elektricität wieder fahren lassen mußte. Dafs die Luftelektricität bey dieser Vorrichtung bloß wegen der Nässe des Leiters verborgen blieb, sahe man an den elektrischen Drachen, welche zu der Zeit, da Regen fiel, und besonders bey dicken Nebeln eine ungewöhnlich starke Elektricität, die im ersten Falle meistens negativ, im andern immer positiv war, zu erkennen gaben; ja sogar schon an bloßen Leitern, wenn man nur dafür sorgte, dafs sie immer gehörig isolirt blieben. Diefs zu bewerkstelligen, führte man z. B. aus dem Fenster eines Zimmers in die freye Luft eine lange Stange, an welcher man der ganzen Länge nach einen Eisendraht befestigt hatte. Diese Stange ruhte auf einem isolirenden Fußgestelle, das in dem Zimmer blieb, und gelegentlich durch Erwärmen getrocknet wurde. Vermittelt eines solchen Apparats haben RONAINE, HENLY und andere die starke Elektricität der Nebel, des Regens, des Schnees u. s. w. mit gutem Erfolge beobachten können *); allein zur Entdeckung der weit schwächeren Elektricität bey heiterer Witterung, besonders im Sommer, oder bey einem bloß trüben Himmel sind dergleichen so wenig erhöbene Leiter fast niemals zu gebrauchen.

Bey so bewandten Umständen darf man sich nicht wundern, dafs man in der Kenntniss der Luftelektricität so weit zurückgeblieben war. Zwar über die starke Elektricität der Gewitterwolken hatte man zahlreiche Beobachtungen angestellt; allein desto weniger wufste man von der schwachen Luftelektricität, welche zu allen Zeiten herrscht, und deren Gang vielleicht eine Sache von gröfserer Wichtigkeit ist. In der That haben

F 2

sich

*) Man sehe die philosophischen Transactionen,

sich sonst nur wenig Naturforscher mit diesem Gegenstande beschäftigt, und noch weniger die Beobachtungen darüber, ohne zu ermüden, fortgesetzt. Erst vor kurzem hat die elektrische Meteorologie die Aufmerksamkeit der Naturforscher mehr auf sich gezogen, seitdem CAVALLO sein so empfindliches und bequemes atmosphärisches Elektrometer bekannt gemacht, und DE SAUSSURE dasselbe mit einem Metalldrahte versehen hat. So unbedeutend auch dieser Zusatz an sich scheinen mag, so wird doch eigentlich das Elektrometer erst durch ihn zu einem höchst brauchbaren Instrumente. Man kann nunmehr, wie ich erinnert habe, vermittelst desselben die Lustelektricität nicht nur dann, wenn sie in den niedrigen Nebeln stark ist, da sie sich durch das Elektrometer auch ohne den Metalldraht zu erkennen gibt, sondern selbst bey heiterem Himmel, zu jeder Stunde des Tages und der Nacht und an jedem hinlänglich freyen Orte entdecken, und durch unausgesetzte regelmäßige Beobachtungen den täglichen periodischen Gang und jede andere Modifikation und Abänderung derselben verfolgen.

Auch bey mir nahm der Eifer, weil der Kondensator hinter meinen Erwartungen zurückblieb (denn nicht immer konnte ich, wie schon erinnert worden, vermittelst desselben von einem sehr hohen Franklinischen Leiter Zeichen der Elektricität bekommen), nicht wenig ab, und meine Beobachtungen über die Lustelektricität wurden mehr als einmal auf eine lange Zeit unterbrochen. Indessen bewogen mich die von Herrn DE SAUSSURE an CAVALLO's Elektrometer angebrachten Verbesserungen, wodurch dergleichen Versuche so sehr erleichtert werden, und die schönen von diesem Naturforscher angestellten Beobachtungen zu Anfange dieses Jahres (1787), meinen Fleiß auf diesen Gegenstand

von neuem zu verwenden. Nun suchte ich das Instrument gegen die Elektricität der Luftschicht, bis auf welche die Spitze des kleinen Leiters desselben gehoben wird, noch empfindlicher zu machen; und so entdeckte ich denn gegen das Ende des Winters den außerordentlichen Einfluss einer an der Spitze des Leiters befindlichen brennenden Kerze oder andern Flamme auf die Empfindlichkeit des Elektrometers. Von dieser Entdeckung, die mich eigentlich veranlaßt hat, Ihnen diese Briefe zu schreiben, und die folglich der Hauptinhalt derselben seyn muß, will ich mich nun meinem Versprechen zu Folge mit Ihnen unterhalten.

Diese Vermehrung des elektrometrischen Apparats ist zwar, wie Sie leicht einsehen, an und für sich betrachtet eine Kleinigkeit, eben so wie die von Herrn DE SAUSSURE angebrachte metallene Spitze; gleichwie aber diese Spitze wegen des ausgebreiteten Nutzens, den sie gewährt, von großer Wichtigkeit ist, so scheint mir auch meine Erfindung auf die elektrometrischen Versuche einen nicht geringen Einfluss zu haben. Sie scheint mir sogar noch wichtiger, als DE SAUSSURE'S Kunstgriff; denn die Zeichen der Luftelektricität, welche das Elektrometer vermittelt derselben gibt, sind nicht nur weit stärker, und stimmen mit dem Grade derselben mehr überein, sondern dauern auch, was das wichtigste ist, unaufhörlich fort, wie ich Ihnen bald zeigen werde.

Was erstens die bloße und unmittelbare Verstärkung der Zeichen anlangt, so wird es genug seyn, zu erinnern, daß der Unterschied, ob man das atmosphärische Elektrometer nach DE SAUSSURE'S Weise bloß mit einer metallenen Spitze, oder nach meiner Methode noch überdies oben auf der Spitze mit einer kleinen Kerze oder einem Schwefelfaden versieht, in Rücksicht

der Divergenz der Pendel mehr als noch einmal so viel, beynahe dreymal so viel beträgt. Wenn im ersten Falle das Elektrometer z. B. nur zwey Grad angibt, also die Pendel eine Linie weit divergiren, so wird es im zweyten unfehlbar mehr als vier Grad angeben, folglich die Divergenz der Pendel mehr als zwey Linien betragen. So sieht man die Strohhalme meines Elektrometers an einem freyen Orte im Nebel und in der Höhe selbst bey heiterem Himmel fünf, sechs, acht Linien, d. i. zehn, zwölf, sechzehn Grad aus einander fahren, und wohl gar die Seitenwände des Fläschchens berühren, da hingegen ohne die Flamme die Divergenz derselben nur den dritten Theil dieser Grade oder wenig mehr betragen würde.

Was die Art und Weise betrifft, die Flamme an der Spitze des kleinen Leiters anzubringen, und so lange, als nöthig ist, zu unterhalten, so thut man meiner Erfahrung nach am besten, wenn man anstatt einer Wachskerze oder eines andern brennlichen Körpers einen Schwefelfaden braucht. Ich nehme dazu einen baumwollenen Faden, der inwendig mit Schwefel eingerieben worden ist. Ein solcher Schwefelfaden ist biegsam und dauerhaft, und läßt sich durch Wind und Regen nicht so leicht auslöschen. Um ihn zu befestigen und in vertikaler Richtung zu erhalten, stecke ich ihn in einen spiralförmig gewundenen Eisendraht, den ich auf der Spitze des kleinen Leiters anbringe; manchmal stecke ich ihn auch blos an die Spitze des Leiters. Begreiflich hängt diese ganze Einrichtung von der Willkühr des Beobachters ab.

Vergrößert man den Umfang der Flamme, und macht man sie heller, so wird, wie ich bemerkt habe, für unsere Absicht nicht viel gewonnen; höchstens erhält man einigen Vortheil, wenn man zwey Schwefelfa-

Selfaden von gewöhnlicher Dicke zusammen brennen läßt; ein Vorthail, der jedoch in jeder Rücksicht unbeträchtlich ist, eine einzige ausgenommen, von welcher ich in der Folge zu reden Gelegenheit haben werde.

Ich habe den Rauch verschiedener Körper ohne Flamme versucht, und gefunden, daß man vermittelst desselben viel mehr Elektricität, als mit der bloßen Spitze, aber beträchtlich weniger, als vermittelst der Flamme, erhält. Als ich anfang, über die Vermehrung der Elektricität in dem atmosphärischen Elektrometer Versuche anzustellen, brachte ich an der Spitze des Leiters kleine Kunstfeuer an, welche ich aus zerriebnem und hinlänglich befeuchtetem Schießpulver verfertigte, das nicht nur Flamme, sondern auch vielen Rauch gab. Ich hatte dabey blos zur Absicht, die Höhe und die Oberfläche des in die elektrisirte Luft gehobenen Leiters zu vermehren. Weil die ersten Versuche den besten Erfolg hatten, der meine Hoffnungen sogar noch übertraf, so war ich bald darauf bedacht, die Flamme von dem Rauche zu trennen, um zu sehen, ob dieß Phänomen der Flamme oder dem Rauche zuzuschreiben wäre. Auf diese Weise entdeckte ich, daß die Flamme dabey die Hauptrolle spielt. Brennt ein Körper auf der Spitze des Elektrometers hell, so nützt und schadet der Rauch, wenn der Körper zugleich raucht, durchaus nichts, d. h. der Versuch hat dessen ungeachtet den gewünschten Erfolg; fehlt aber die Flamme, so kann der Rauch die Stelle derselben zum Theil vertreten. Auf diese Weise bin ich nach verschiedenen Versuchen zuletzt auf den Schwefelfaden gekommen, den ich auch der größern Bequemlichkeit wegen allen andern Brennmaterialien vorziehe; um so mehr, da man einen hinlänglichen Vorrath davon mit dem Feuerzeuge leicht bey sich tragen kann.

Vielleicht wendet Jemand ein, daß die Flamme an und für sich, so wie auch der Rauch, die Elektricität hervorbringt, welche durch das Elektrometer angezeigt wird. Beym ersten Anblick scheint dieser Einwurf nicht ungegründet, da ich selbst entdeckt und gezeigt habe, daß jede Ausdünstung und besonders das Verbrennen der Kohlen in dem isolirten Apparate, der als Unterlage dient, eine merkliche Elektricität wirklich erzeugt. Allein welche Elektricität wird denn durch die Ausdünstung der Flüssigkeiten, die Entwicklung der künstlichen Luftarten, und die Verbrennung der Kohlen meinen oftmals wiederholten Versuchen zu Folge hervorgebracht? Ich habe schon erinnert, und ich wiederhole es hier mit desto größerer Zuversicht, da andere Naturforscher von der ersten Gröfse, ein DE SAUSSURE und CAVALLLO, dasselbe beobachtet haben, daß man so immer und ohne Ausnahme eine negative Elektricität erhält. Folglich müßte sie auch in dem atmosphärischen Elektrometer negativ seyn, wenn sie von der Flamme an der Spitze des Leiters oder von den aus der Flamme sich erhebenden Dämpfen herrührte. Nun sind aber die Fälle weit häufiger, da dieses Elektroskop Zeichen von positiver Elektricität gibt; und erst dann gibt es, das Feuer an der Spitze mag noch so hell brennen, eine negative Elektricität an, wenn nach dem Zeugnisse der einfachen Elektroskope, oder solcher, die mit keiner Flamme versehen sind, die Atmosphäre negativ elektrisirt ist. Auch ist zu wissen, daß nicht jede Verbrennung Elektricität erzeugt. Am besten glückt mir der Versuch, wenn ich Kohlen sehr langsam verbrennen lasse; ist hingegen die Verbrennung lebhafter, so zeigen sich wenig Spuren von Elektricität, und ganz und gar keine, wenn die Hitze in Flamme ausbricht. In der That ist die Flamme der künstlichen Elektricität, welche durch die Verdunstung erzeugt wird,

wird, sehr hinderlich. Allein alle diese Gründe brauche ich nicht, um jenen Einwurf wegzuräumen. Man gehe nur an einen Ort, wo die Luftelektricität sich ganz und gar nicht bemerken läßt, z. B. auf einen engen Hof, auf die Straſſe, oder auch, um wegen des Erfolgs ſicherer zu ſeyn, in einen noch ſo groſſen Saal. An allen dieſen Stellen mag man das mit dem brennenden Schwefelfaden verſehene Elektrokop in die Höhe heben, wie man immer will, und es werden ſich doch nicht die geringſten Spuren von Elektricität zeigen. Folglich iſt es die eigentliche atmophäriſche, und keinesweges eine durch Kunſt hervorgebrachte Elektricität, welche das Elektrokop vermittelt des brennenden Schwefelfadens angibt, wenn man es in der freyen Luft empor hält.

Der Vortheil, daß man die Zeichen der atmophäriſchen Elektricität vermittelt einer kleinen Flamme beträchtlich verſtärken kann, wenn dieſe Zeichen ſich ſchon durch die bloſſe Spitze verrathen würden, iſt nichts, wenn man ihn mit dem Vortheile vergleicht, daß ſich auf dieſe Weiſe ſelbſt diejenige Elektricität merklich machen läßt, welche ohne Hülfe der Flamme durchaus nicht bemerkt werden könnte. Im erſten Falle iſt der Verſuch ſchöner und deutlicher; und das iſt auch alles. Im zweyten iſt er wahrhaft belehrend. Es gibt Zeiten, wiewohl ſelten, da die atmophäriſche Elektricität auf offenem Felde, und ſelbſt oben auf einem Hügel, auf Baſteyen, im Winkel einer hohen Terrafſe u. ſ. w. ganz oder beynahe unmerklich iſt. Eben ſo iſt ſie, wenn kein Gewitter iſt, mitten in einem Hofe, in einem kleinen Garten, zwiſchen den Häuſern, den Bäumen u. ſ. w. faſt immer unmerklich. Unter ſolchen Umſtänden, da man nach DE SAUSSURE's Methode, man mag den Verſuch auch noch ſo aufmerkſam anſtellen,

len, Zeichen von Elektricität schwerlich erhalten wird, nehme man einen Schwefelfaden, und man wird ganz gewiss, wo nicht immer, doch meistens sehr deutliche Spuren von Elektricität bemerken können. Die Pendel des Elektrometers werden aus einander fahren, und oft über eine Linie, in den meisten Fällen über eine halbe Linie oder über einen Grad von einander entfernt bleiben; eine Divergenz, die groß genug ist, um nicht nur das Daseyn, sondern selbst die Art der Elektricität zu erkennen. Wie bequem und vortheilhaft ist demnach nicht diese Vorrichtung, da man, wenn es die Umstände nicht verstaten, auf das freye Feld zu gehen, die Versuche mit derselben zu jeder Zeit, im Garten, ausserhalb des Fensters der Wohnstube u. s. w. leicht und zweckmäfsig anstellen kann?

Doch dies ist noch nicht alles. Der Hauptvortrag meines Instruments besteht nicht in der Verstärkung der Zeichen, von welcher ich so eben gesprochen habe, sondern in der unaufhörlichen Fortdauer derselben, worüber ich mich mit Ihnen nun unterhalten will.

Zuvörderst muß ich Sie auf einen wesentlichen Unterschied in der Wirkungsart des atmosphärischen Elektrometers, wenn man den Versuch auf meine Art anstellt, d. i. oben an der Spitze des leitenden Drahtes eine Flamme anbringt, aufmerksam machen. Dieser Unterschied und folglich der große Vorzug meines Elektroskops, dessen so eben Erwähnung geschehen ist, beruht darauf, daß vermittelt der Flamme die Elektricität der Luftschicht, in welcher sich die Flamme befindet, nicht durch bloßen Druck nach den Gesetzen der elektrischen Atmosphären wirkt, wie dann der Fall ist, wenn man den Versuch nach DE SAUSSURE'S Methode ohne Flamme anstellt, sondern in den Leiter und das damit verbundene Elektrometer eigentlich übergeht. Die

Die Sache wird durch folgende Beobachtung außer allen Zweifel gesetzt. Man vernichte durch die Berührung mit einem Finger oder auf andere Art alle Elektricität des Instruments; so werden die Pendel natürlich zusammen fallen. Zieht man nun den Finger weg, so fahren die Pendel sogleich wieder aus einander, und erreichen in wenig Sekunden den vorigen Grad der Divergenz. So kann man die Berührung mehrere Mahle wiederholen, und die Elektricität wird eben so oft verschwinden, und wieder zum Vorschein kommen, so lange als die Flamme lebhaft ist. Dieß ist etwas so beständiges, und die Wirkung fällt so deutlich in die Augen, daß ich, wenn ich die Pendel des Elektrometers betrachte, den Augenblick wissen kann, da die Flamme, die sich oben auf der Spitze befindet, und die ich nicht sehe, verlöscht; denn die Pendel, die durch die Berührung mit dem Finger zusammen gefallen sind, gehen dann nach weggezogenem Finger nicht wieder aus einander.

Dieses fortdauernde Einsaugen der Lustelektricität findet erwähnter Massen nicht Statt, wenn man das Elektroskop bloß mit dem Saufsürischen Leiter versieht, und die Flamme wegläßt; ja in diesem Falle saugt der Leiter, er sey übrigens noch so spitzig, ganz und gar nicht ein. Dieß hat schon Herr DE SAUSSURE bemerkt, und nach den bekannten Gesetzen der elektrischen Atmosphären sehr richtig erklärt.

Indessen leidet die Sache einige Einschränkung. Es ergießt sich nämlich keine Elektricität aus der Luft in den erhobenen Leiter, so lange als diese Elektricität schwach oder mäßig ist, d. i. so lange als sie mit unsern Flaschenelektrometern gemessen werden kann; denn ist sie stärker, wie bisweilen, wenn Regen oder Schnee fällt, und oftmals bey Annäherung der Gewitter-

terwolken der Fall ist, so ermangelt sie nicht, in den Leiter, wenn auch keine Flamme an der Spitze desselben angebracht worden, wirklich überzugehen. In allen andern Fällen, wo die Lufterlektricität mäßig ist, folglich bey heiterer Witterung, es mag nun Windstille herrschen oder nicht, oder bey mehr oder weniger umwölkttem Himmel, aber ohne Gewitterwolken, oder endlich im dicksten Nebel, wo die Elektricität merklich stärker ist, kann sie schlechterdings nicht in den wenig Fuß von der Erde erhobenen Leiter des atmosphärischen Elektroskops übergehen, wenn nicht der Uebergang durch eine Flamme oder durch Rauch bewirkt wird. Ja wenn man den Leiter auch zwanzig Mahl höher höbe, so würde doch meines Erachtens die Lufterlektricität, ungeachtet sie in einer solchen Höhe stärker ist, in denselben wenigstens nicht schnell übergehen *); denn von derjenigen Elektricität, welche sich dem Leiter sehr langsam und auf eine unmerkliche Art mittheilt, was schon in einer geringen Entfernung von der Erde geschehen kann, rede ich hier nicht.

Ganz gewiss wird die Menge der elektrischen Flüssigkeit, welche sich im atmosphärischen Elektrometer von Natur befindet, die kurze Zeit der Beobachtung über durch die mäßige positive oder negative Elektricität der Luft, welche den obern Theil des Apparats umgibt, im Ganzen weder merklich vermehrt noch vermindert. Indessen wirkt doch die elektrisirte Luft auf den Leiter nach den Gesetzen der elektrischen Atmosphären. Sie wirkt auf denselben, wie man zu sagen pflegt,

*) Man sieht dies deutlich an den elektrischen Drachen, welche, wenn sie dauerhafte Zeichen der Elektricität geben sollen, oftmals mehrere hundert Fuß steigen müssen.

pflegt, durch Druck: d. i. sie treibt die elektrische Flüssigkeit vom obern Theile des Metalldrahtes nach dem untern hin, und verdichtet sie daselbst; dieß findet begreiflich Statt, so oft die Elektricität der Luft positiv ist, was meistens der Fall zu seyn pflegt; das Gegentheil davon ereignet sich in den seltenen Fällen, da die Luft negativ elektrisirt ist, denn alsdann wird durch die Wirkung der negativen Atmosphäre die elektrische Flüssigkeit vom untern Theile des erhobenen Leiters nach dem obern hin gezogen. Diese Bewegung der dem Leiter eignen elektrischen Flüssigkeit ist die einzige Ursache, warum die Pendel, die mit dem Leiter unmittelbar zusammen hängen, aus einander fahren; und man sagt, daß sie sich elektrisch zurückstoßen, obgleich der Leiter von außen keine Elektricität überkommen, von der herrschenden Lustelektricität, deren Wirkung er bloß erfährt, nichts in sich aufgenommen hat, mit Einem Worte, nur eine zufällige Elektricität, wie ich sie nennen möchte, besitzt. Daß sich die Sache wirklich so verhält, sieht man daraus deutlich, daß die Pendel, so bald der Apparat niedriger gehalten wird, zusammen fallen. Auch fallen sie, wie immer geschehen muß, in dem Augenblicke zusammen, da man die Kappe des Elektrometers oder den oben auf derselben angebrachten Metalldraht mit dem Finger berührt; allein in diesem Falle fahren sie alsdann nicht wieder aus einander, d. i. die Zeichen der Elektricität kommen nicht wieder zum Vorschein, wenn man auch fortfährt, das Instrument in die Höhe zu halten, ohne dasselbe weiter zu berühren. Nun ist offenbar, daß die Zeichen der Lustelektricität gewiß wieder sichtbar werden würden, wenn die Elektricität aus der Luft in den Metalldraht wirklich überginge. In der That kommen sie, wie wir gesehen haben, in Einem fort wieder zum Vorschein, wenn eine Flamme
oben

oben auf der Spitze den Uebergang der Elektricität befördert.

Man begreift nun leicht, daß der Finger, oder irgend ein anderer Körper, womit der Leiter des atmosphärischen Elektrometers, wenn derselbe ohne Flamme ist, berührt wird, nur Einmal eine sehr geringe Quantität elektrischer Materie überkommen kann: so viel nämlich, als sich vom obern Theile des in die schwach positiv elektrisirte Luftschicht eingetauchten Leiters herunter gezogen hat. Dieß ist aber weit weniger, als was zur schwächsten Ladung einer Leidner Flasche erfordert wird; denn die Flasche mag auch noch so klein seyn, so hat sie doch immer, wie ich anderswo gezeigt habe *), eine weit größere Kapazität, als ein solcher Leiter.

Ganz anders verhält sich mit dem Elektrometer, wenn auf der Spitze des Leiters ein Schwefelfaden oder ein anderer entzündbarer Körper brennt. Da das Instrument vermittelt dieser Flamme die Elektricität der Luft wirklich einsaugt, und so wie es durch Berührung der eingesaugten beraubt wird, aus der Luft immer neue an sich zieht, wie schon oben bemerkt worden: so wird eine Leidner Flasche, mit deren Haken man den Leiter des Elektrometers berührt, indem sie den Leiter, in welchen die Luftpotelektricität unaufhörlich einfließt, derselben wieder beraubt, sich selbst so stark laden, daß die Pendel des Instruments wieder eben so weit, wie zuvor, divergiren: d. h., wenn die Pendel vor der Berührung des Leiters z. B. zwey oder drey Linien

*) In einer eigenen Abhandlung über die Kapazität der Leiter, welche vor einigen Jahren in ROZIER'S Journale erschienen ist.

Linien von einander entfernt waren, oder vier bis sechs Grad Elektricität angaben, so werden sie, wenn man den Leiter mit der Leidner Flasche zum ersten Mahle berührt, zusammen fallen, allmählich aber wieder aus einander fahren, so wie sich die Flasche mehr und mehr ladet, bis die Intensität der Ladung so weit steigt, daß die Pendel des Elektrometers wieder zwey oder drey Linien divergiren. Ich habe oftmals bemerkt, daß dies in weniger als einer Minute (so lange brennen meine Schwefelfaden) geschieht, wenn die Flasche nicht über zehn bis zwölf Quadrat Zoll Belegung hat.

Wie sehr lassen sich mit einer solchen vier bis sechs Grad stark geladenen Flasche *) die Zeichen der Elektricität nicht erst dann verstärken, wenn man sich noch eines andern Kunstgriffs, meines Kondensators, bedient? Die Sache wird jedem, der dieses Instrument nicht gehörig kennt, unglaublich scheinen. Ihnen sind die Theorie und die Wirkungen desselben hinlänglich bekannt; Sie werden mir daher gern glauben, daß ich durch dieses Mittel im Stande bin, sehr starke Funken zu erregen, einen Elektrophor ziemlich stark zu laden, Ihre schönen Figuren mit Harzstaub hervorzubringen, nicht nur entzündbare Luft, sondern selbst pulverisirtes Harz anzuzünden u. s. w.

Allein dies ist noch nicht alles. Wenn ich an der Spitze des Leiters mehrere Schwefelfaden, einen
über

*) Diese Ladung erhalte ich fast immer bey ruhiger und heiterer Witterung, selbst in den weniger günstigen Stunden, wenn ich nur den Versuch im Freyen anstelle. Stehe ich auf einer hohen Terrasse, einer Bastey, einem Thurme u. s. w., so bekomme ich unter denselben Umständen oftmals eine Elektricität von zwölf, funfzehn, zwanzig Grad, und kann die Flasche eben so stark laden.

über dem andern, oder anstatt derselben ein Stückchen Wachlicht anbringe, so daß die Flamme eine Viertelstunde oder noch etwas länger brennt, so kann ich sogar eine große Leidner Flasche vier, sechs, zwölf und noch mehr Grad stark laden, je nachdem die Pendel des Elektrometers divergiren. Mit dieser Flasche kann ich hierauf, wenn ich den Kondensator zu Hülfe nehme, einer andern kleinen Flasche den höchsten möglichen Grad der Ladung geben, d. i. ich kann die Ladung derselben so weit treiben, daß sie sich von selbst entladet, oder zerbricht u. s. w. Wer würde wohl, nur noch vor wenig Jahren, geglaubt haben, daß sich so viel Elektrizität aus der ruhigen und heitern Luft, und noch dazu in einer so geringen Höhe (sechs bis sieben Fuß über der Erde) sammeln liesse?

Doch es ist Zeit, diesen Brief zu schließen. Im nächst folgenden werde ich Ihnen über diese erstaunliche Kraft der Flamme und über die ungemein vortheilhafte Anwendung derselben zur Untersuchung der Luftelektrizität noch vieles zu sagen haben.

Dritter Brief.

Glauben Sie ja nicht, daß ich im vorhergehenden Briefe die Stärke der Zeichen der Elektricität übertrieben habe, welche ich erhalten kann, und wirklich erhalte, wenn ich erstlich aus der Luft vermittelst der Flamme eine Menge Elektricität in einer kleinen Leidner Flasche ansammle, und sie sodann grossentheils in dem Kondensator verdichte. Weit entfernt, etwas zu übertreiben, habe ich noch lange nicht alles gesagt. Ich habe mich dabey blos auf die Zeichen eingeschränkt, welche ich wenig Fuß über der Erde, nicht etwa bey Gewitterwolken, da die Sache weniger Verwunderung erregen würde, sondern bey ruhiger und heiterer Luft vermittelst der gedachten portativen Instrumente erhalte.

Ich übergehe die Gewitter, wo die Elektricität sich auch ohne solche Kunstgriffe stark äussert, ganz mit Stillschweigen, und bemerke, daß es, um die gedachten lebhaften Zeichen, d. i. von selbst hervorbrechende Feuerpinsel, starke Ladungen, heftige Funken, zu erregen, gar nicht solcher Zeiten und Umstände bedarf, da die Luftpotelektricität nahe bey der Erde stärker als gewöhnlich ist, wie sie bey niedern und dicken Nebeln, in heitern Wintertagen um die Mittagsstunden, und im Sommer, wenn der Thau zu fallen anfängt, zu seyn pflegt. Eben so wenig brauche ich mich, um den Versuch anzustellen, an einen freyen Ort, wo keine Häuser und Bäume stehen, oder auf eine Anhöhe zu begeben. Dergleichen günstige Umstände der Zeit und des Ortes sind keinesweges nöthig. Eine höchst schwache Elektricität reicht schon hin, bey welcher die Stroh-

G

halme

halme meines Elektrometers, den Versuch nach DE SAUSSURE's Methode angestellt, einen Grad (d. i. eine halbe Linie) und noch weniger divergiren; eine Divergenz, die mit Hülfe der Flamme oben an der Spitze des Leiters auf mehr als zwey, fast auf drey Grad getrieben wird. Noch mehr: ich bekomme (es versteht sich, immer vermittelt der Flamme und des Kondensators) auch dann noch hinlänglich lebhafte Zeichen von Luftelektricität, wenn das Elektrometer, den Versuch nach DE SAUSSURE's Art mit der bloßen Spitze angestellt, weniger als einen Grad, d. i. gar keine merklichen Spuren von Elektricität angibt; denn im ersten Briefe *) habe ich, wie Sie sich erinnern werden, gezeigt, daß, wenn die Achsen der Strohhalme schon von selbst eine halbe Linie oder etwas weniger von einander abstehen, eine Elektricität von einem einzigen Grade sie wenig oder gar nicht weiter aus einander treibt. Bey einer so äufferst schwachen Elektricität, die selbst das empfindlichste Elektrometer, mit dem bloßen Metalldrahte versehen, nicht anzugeben im Stande ist, bekomme ich dennoch, wie durch ein Wunder, Funken, wenn ich nur auf die gedachte Weise an der Spitze des Leiters ein Licht oder einen brennenden Schwefelfaden anbringe, den Leiter einige Sekunden lang mit dem Haken einer kleinen Leidner Flasche berühre, und zuletzt mit der Flasche einen guten Kondensator in Verbindung bringe.

Ist die Luftelektricität noch weit schwächer, beträgt sie z. B. nur ein Zehntel, ein Zwanzigstel, ja gar nur ein Hunderttel eines Grades, so kann ich dennoch vermittelt der Flamme und des Kondensators, wenn auch nicht Funken, doch sehr deutliche Zeichen von Elek-

*) Man sehe oben S. 19.

Elektricität, d. i. eine Divergenz der Pendel des empfindlichen Flaschenelektrometers von mehrern Graden erhalten.

Wie dieß möglich ist, begreift man leicht, wenn man nur bedenkt, was ich von der zweyten Eigenschaft der Flamme im andern Briefe *) , und von der Kapacität des Kondensators im ersten **) gesagt habe.

Wir wollen annehmen, die Lustelektricität sey nur Ein Hunderttel von derjenigen, welche von meinem empfindlichsten Flaschenelektrometer mit der Saufsurischen Spitze, aber ohne Flamme, gemessen Einen Grad betragen würde. Kommt nun die Flamme hinzu, so wächst die Elektricität von Einem Hunderttel auf mehr als zwey Hunderttel, und ist dann nicht mehr bloß eine Wirkung des Drucks der elektrischen Atmosphäre, sondern geht in den Leiter wirklich über, und wird in demselben, so wie man ihn der Elektricität beraubt, von neuem ersetzt. Dadurch wird eine kleine Leidner Flasche, mit welcher man den Leiter berührt, allmählich auf zwey bis drey Hunderttel eines Grades geladen; wir wollen recht wenig, nur zwey Hunderttel annehmen. Bis jetzt fehlt noch gar viel, daß die Zeichen der Elektricität in die Sinne fallen sollten; und man wird die Kappe des empfindlichsten Elektrometers, selbst des Bennetischen, dessen ich zu Anfange des vorigen Briefes gedacht habe ***), mit dem Haken einer so ungemein schwach geladenen Flasche gewiß umsonst berühren. Statt dessen berühre man den metallenen Deckel eines gehörig eingerichteten Kon-

G 2

den-

*) S. 85. ff.

**) S. 50. ff.

***) S. 62.

denfators. Vermöge der außerordentlichen Kapazität, die derselbe besitzt, während daß er die Marmorplatte oder einen andern Halbleiter berührt, wird sich in ihm ein guter Theil der Ladung der Flasche ansammeln; ungefähr die Hälfte, wenn die Oberfläche desselben, welche den Halbleiter berührt, der belegten Fläche der Leidner Flasche beynahe gleich ist, wie ich schon im ersten Briefe bemerkt habe *). Halbiren wir also die Ladung der Flasche, die wir zwey Hunderttel eines Grades stark angenommen haben, so kommt auf die Flasche sowohl als auf den Deckel des Kondensators Ein Hunderttel Elektrizität. Wird nun der Deckel schnell aufgehoben, so äussert er, wie ich gegen das Ende des angezogenen Briefes **) gezeigt hat, bey eben der Elektrizität, die er während seiner Verbindung mit dem Halbleiter aufgenommen hat, weil seine Kapazität durch diese Trennung sehr vermindert worden, eine weit grössere Intensität, die gewöhnlich 120 Mahl stärker, als zuvor, ist; folglich werden aus dem Hunderttel nunmehr 1,20 Grad, und das ist mehr als hinlänglich, um in die Sinne zu fallen.

Größerer Deutlichkeit halber habe ich angenommen, daß der Kondensator vom Elektrometer getrennt ist. Indessen muß ich doch auch des grossen Vortheils gedenken, welchen man erwähnter Massen ***)) erreicht, wenn man den Kondensator mit dem Flaschenelektrometer verbindet, d. i. die Kappe des Elektrometers mit einer Scheibe versieht, die als Kondensator dient, indem ein Stück überfirnisster Taffet daran gebracht und mit der Hand aufgedrückt wird. Wenn die Elektri-
tät

*) S. 57.

**) S. 55.

***)) S. 58.

tät äufferst schwach ist, so ist dieß, wo nicht das einzige, doch das zweckmässigste Mittel, dieselbe merklich zu machen. Ist sie hingegen zwar noch schwach, und ohne Kondensator unmerklich, jedoch so beschaffen, daß man mit Beyhülfe desselben über funfzehn bis zwanzig Grad erhält, (wie alsdann der Fall ist, wenn sie ohne Kondensator $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$ Grad beträgt,) so ist es keineswegs rathsam, sie in der Scheibe des Elektrometers selbst zu kondensiren, weil dann die Strohhalme die Seitenwände der Flasche berühren würden, so daß man die Stärke der Elektricität unmöglich richtig beurtheilen könnte. In diesem Falle kann man entweder zu dem zweyten Elektrometer mit schwerern Pendeln seine Zuflucht nehmen, und an demselben die kondensirende Scheibe anbringen, oder von dem gewöhnlichen Kondensator Gebrauch machen. Den letzten Weg muß man einschlagen, so oft man schöne und deutliche Funken haben will, vorausgesetzt, daß die Elektricität dazu stark genug ist, die Leidner Flasche z. B. über einen oder zwey Grad des empfindlichsten Flaschenelektrometers laden kann.

Nachdem ich gezeigt habe, wie viel der Kondensator zur Verstärkung der Zeichen der Elektricität beiträgt, welche wir mit einem kleinen Apparate und wenig Fuß über der Erde aus der Atmosphäre vermittelst eines brennenden Lichtes oder Schwefelfadens einsammeln; und daß ohne eine solche Flamme, welche auch die schwächste Luftelektricität wirklich einsaugt, da hingegen ein bloßer, noch so spitziger Leiter nur durch Druck der elektrischen Atmosphäre elektrisirt wird, die Gegenwart des Kondensators wenig oder gar nichts helfen würde: muß ich noch, um nichts zu übergehen, einiger Unbequemlichkeiten gedenken, welche den Gebrauch dieses Instruments in dergleichen Versu-

chen begleiten, und den Nutzen desselben einschränken. So werden weder Sie, noch andere mich beschuldigen können, daß ich dasselbe über sein Verdienst gerühmt habe; eine Beschuldigung, der ich sonst wohl nicht entgehen würde.

Ich habe schon im ersten Briefe erinnert *), daß der Grad der Kondensation keinesweges beständig ist, sondern von einer Menge sehr veränderlicher Umstände abhängt. Es folgt hieraus, daß man diesem Instrumente nicht zu viel trauen darf, wenn man die Luftelektricität nicht bloß entdecken, sondern auch messen, und die Grade derselben an verschiedenen Orten, in verschiedenen Zeiten und bey verschiedenen Konstitutionen des Luftkreises vergleichen will. Wie kann man sich, man sey auch noch so aufmerksam, überzeugen, daß der Kondensator in allen Fällen vollkommen gleich beschaffen ist? Und gesetzt, dies sey wirklich der Fall, wie kann man sich versprechen, daß man den Versuch immer mit gleicher Geschwindigkeit und Geschicklichkeit anstellen wird, was doch erwähnter Massen **) auf die grössere oder geringere Stärke der Zeichen der Elektricität einen nicht geringen Einfluß hat?

So gern ich aber auch zugestehle, daß der Kondensator, wenn von genauen Messungen die Rede ist, leicht irre führen kann, so glaube ich doch nicht, daß er zu vergleichenden Beobachtungen über die Luftelektricität, wo man sich mit minder genauen Messungen begnügt, keinesweges dienen könne. Die Erfahrung, die mich gelehrt hat, daß, wenn die halbleitende Fläche gehörig beschaffen ist, (an der Sonne oder am Feuer getrock-

*) S. 55.

**) S. 55.

getrocknet worden, wenn sie aus einer nicht hinlänglich trocknen Marmorplatte besteht, oder blos rein und sauber gehalten wird, wenn sie ein guter, gewichter oder überfirnisster Taffet ist) und wenn man den Versuch mit der nöthigen Geschicklichkeit anstellt, die in die metallene Scheibe aus einer kleinen höchst schwach geladenen Leidner Flasche geleitete Elektrizität ungefähr hundert und zwanzig Mahl kondensirt wird *), eben diese Erfahrung hat mir auch gezeigt, daß, wenn die Strohhalme des mit der Flamme in die Höhe gehobenen atmosphärischen Elektrometers zwey, drey, vier Grad divergiren, eine kleine Leidner Flasche von zehn bis zwölf Quadratzoll Belegung, deren Hals, um gut zu isoliren, mit dem besten Siegelack überzogen worden, wenn man sie in der Hand hält, und mit ihrem Haken den Leiter des Elektrometers berührt, sich in fünf bis sechs Minuten, wo nicht eben so stark, doch nicht viel schwächer, als zwey, drey, vier Grad, ladet. Nun habe z. B. der Kondensator eine solche Kapazität, daß er angestellten Versuchen zu Folge die Hälfte der Ladung der Flasche aufnimmt **). So läßt sich aus den Graden der Elektrizität, welche man vermittelst der Flasche und des Kondensators erhält, ohne Schwierigkeit berechnen, wie stark die Elektrizität ist, welche der Leiter durch Beyhülfe der Flamme aus der Luft unmittelbar überkommt. Nehmen Sie an, daß ich einmahl sechzig Grad erhalte; eine Elektrizität, zu deren Messung begreiflich nicht das erste Elektrometer mit dünnen Strohhalmen, aber wohl das zweyte mit schwerern Pendeln dient. Weil nun die Elektrizität hundert und zwanzig Mahl kondensirt worden, so kommt auf den Deckel des Kondensators sowohl als auf

G 4

die

*) S. 55.

**) S. 57.

die Flasche, welche ihn berührt hat, ein halber Grad. Allein die Flasche hat durch diese Berührung die Hälfte verloren; sie hatte also vorher eine Ladung von Einem Grad; folglich hatte etwas über Einen Grad Elektricität der atmosphärische Leiter, welcher die Flasche fast eben so stark, als er selbst elektrifirt war, lud. Ein andermahl bekomme ich durch dieselben Kunstgriffe z. B. funfzehn Grad nach der Skale des empfindlichsten Elektrometers; so wird die aus der Luft in den Leiter übergegangene Elektricität nur $\frac{1}{4}$ Grad betragen haben u. s. w. —

Man sieht hieraus, daß ich die niedrigsten Grade der Lufterlektricität, zwar nicht mit völliger Genauigkeit, doch immer so ziemlich zu bestimmen, und mehrere Beobachtungen darüber auf eine meistens genugthuende Art zu vergleichen im Stande bin; da ich hingegen ohne die Beyhülfe des Kondensators, alles Vortheils, welchen die Flamme gewährt, ungeachtet, nicht einmal die Gegenwart einer so schwachen Elektricität entdecken, geschweige denn die Stärke derselben messen, und verschiedene Beobachtungen darüber unter einander vergleichen kann.

Inzwischen sind die Fälle sehr selten, da sich, wenn man im Freyen das atmosphärische Elektrometer mit dem Leiter und dem brennenden Schwefelfaden in die Höhe hebt, nicht schon auf diese Weise in die Sinne fallende Spuren der Lufterlektricität zeigen sollten. Alsdann thut man, besonders in solchen Fällen, da die Elektricität über Einen Grad beträgt, weit besser, wenn man den Kondensator ganz wegläßt, und sich desselben nur da bedient, wo ohne ihn die Lufterlektricität verborgen bleiben würde. Kann man ihn entbehren, lassen sich die Grade der Elektricität ohne seine Beyhülfe genauer bestimmen, so würde man sich eines
großen

großen Fehlers schuldig machen, wenn man zu diesem Instrumente, das bey vergleichenden Beobachtungen so leicht irre führen kann, seine Zuflucht nehmen wollte. Und wozu dann eine so sehr zusammen gesetzte Vorrichtung, welche den Versuch nur verwickeln würde? Etwa um wenig unterrichtete Zuschauer durch die so große und unerwartete Stärke der Zeichen der Luftelektricität in Erstaunen zu setzen? Ich bin daher fast geneigt, diejenigen Versuche, da man die Zeichen der Elektricität, welche in der niedern Luftregion gewöhnlich herrscht, vermittelst des Kondensators bis zu lebhaften Funken verstärkt, wenn sie weiter nichts lehren, und wenn bey den vergleichenden Beobachtungen das bloße Elektrometer mit der Flamme zuverlässigere Resultate gibt, zu den elektrischen Spielwerken zu zählen. Indessen will ich den Gebrauch des Kondensators nicht ganz verwerfen, da es Fälle gibt, wo dieses Instrument mit Vorthail gebraucht werden kann, wie ich schon bemerkt habe, und auch in der Folge zu zeigen Gelegenheit haben werde.

Sind aber auch die Beobachtungen, bey welchen das bloße atmosphärische Elektrometer mit der Flamme oben an der Spitze des Leiters gebraucht wird, in allen Fällen, da die Luftelektricität auf diese Weise merklich wird, zuverlässig und untrüglich, und hat man von der Unbeständigkeit der Flamme nichts zu fürchten? Sollten dadurch nicht auch die Zeichen des Elektrometers selbst schwankend werden? Wäre dies wirklich der Fall, so würden natürlich auch diese Beobachtungen irre führen, wenn man aus ihnen vergleichende Resultate ziehen wollte.

Ich läugne nicht, daß mir die Sache Anfangs nicht unwahrscheinlich schien, besonders als mir einer meiner Freunde, ein einsichtsvoller Naturforscher, dem

ich meine ersten Versuche mitgetheilt hatte, einen solchen Einwurf machte; allein als ich meine Beobachtungen fortsetzte, verschwanden alle meine Zweifel. Ich sahe bald ein, daß man von der Unbeständigkeit der Flamme wenig oder gar nichts zu fürchten hat. Sie mag groß oder klein, matt oder lebhaft seyn, so wird doch immer mit ziemlich gleicher Leichtigkeit die Elektricität von ihr aus der Luft eingefaugt, und dem Leiter mitgetheilt, so daß die Pendel des Elektrometers immer gleich stark divergiren; und der einzige Unterschied, der hier bemerkt werden kann, besteht darin, daß die Pendel bald etwas schneller, bald langsamer aus einander fahren, wovon ich in der Folge reden werde. Macht aber die verschiedne Grösse und Lebhaftigkeit der Flamme in Rücksicht des Erfolgs keinen merklichen Unterschied aus, so werden, wie in die Augen fällt, auch die andern Modifikationen der Flamme auf denselben keinen Einfluß äußern. Es wird folglich wenig oder nichts daran liegen, ob sie senkrecht oder geneigt ist, mehr oder weniger raucht, u. s. w. Man braucht eine Flamme; hat man nur diese, so ist allen Bedingungen Gnüge geleistet. So lange der Schwefelfaden brennt, wird die Divergenz der Pendel, man mag sie durch Berührung auch noch so oft zerstören, nach der Berührung immer wieder hergestellt werden, und in kurzer Zeit den vorigen Grad erreichen; und dies wird eben so gut in den letzten Augenblicken, da die Flamme eben verlöschen will, als vorher geschehen, wenn sie noch mit der größten Lebhaftigkeit brennt.

Folglich ist der Gebrauch der Flamme, vermittelt welcher die Lufterlektricität in den Leiter so leicht und in solcher Menge übergeht, mit keinen Unbequemlichkeiten verbunden, wodurch der große Nutzen dersel-

selben vermindert werden würde. Man wird sich daher dieses Kunstgriffs immer mit Vorthail bedienen können, den einzigen Fall ausgenommen, da die Elektricität so stark ist, daß sie sich weder mit dem einen, noch mit dem andern Flaschenelektrometer messen läßt. Dieser Fall tritt aber, wenn man sich des gewöhnlichen portativen Apparats bedient, und denselben bloß mit der Hand auf freyem Felde oder an einem nicht sehr erhabenen Orte in die Höhe hebt, nur zur Zeit eines starken Gewitters ein. Und selbst alsdann kann man von diesem Apparate Gebrauch machen, wenn man ihn nur niedriger hält, und nöthigen Falls das Elektrometer auf die Erde setzt; auch dann wird die Flamme nützlich, weil man vermittelst derselben besser sehen kann, wie und mit welcher Stärke die Elektricität des Gewitters sich der Erde nähert. Auf diese Weise habe ich mehr als einmal Zeichen von Lufterlektricität, und zuweilen sehr merkliche erhalten, wenn ich mitten in einem Garten oder Hofe auf den Boden das bloße Elektrometer (d. i. ohne den Saufsurischen Leiter) niedersetzte, an dessen Kappe selbst unmittelbar das brennende Licht angebracht war, so daß die Flamme von der Erde nur wenig Zoll weit abstand.

Ist die Lufterlektricität sehr stark, oder treibt sie, was häufiger der Fall ist, die Strohhalme des mit dem Leiter versehenen und mit der Hand so weit, als es ohne Beschwerde geschehen kann, in die Höhe gehobenen Elektrometers auch nur zwey bis drey Grad aus einander, so kann man, um den Versuch recht leicht und einfach zu machen, den Schwefelfaden, der dann nicht unumgänglich nothwendig ist, weglassen. Dennoch aber behaupte ich, daß man in allen Fällen, selbst wo die Pendel, den Versuch auf diese einfachere Art angestellt, zwey, drey, vier Grad divergiren, sehr wohl

Wohl thut, wenn man sich der Flamme bedient; denn weil die Zeichen der Elektricität vermittelt der Flamme mehr als zwey Mahl, und beynahe drey Mahl stärker werden, so erhält man dadurch für die vergleichenden Beobachtungen eine grössere Skale. Außerdem gibt das Elektrometer vermittelt der Flamme, aber nicht auf die andere Art, den eigentlichen Grad der Elektricität der Luftschicht, wo sich die Spitze des Leiters findet, genau an. Ich berühre diesen Umstand hier blos, und behalte mir vor, an einem andern Orte davon ausführlicher zu handeln, wo ich zeigen werde, warum und wie die Flamme die atmosphärische Elektricität einfaugt.

Ich habe daher guten Grund, den Gebrauch der Flamme für dergleichen Beobachtungen unbedingt und ohne alle Einschränkung zu empfehlen. Was den Kondensator betrifft, so habe ich den Gebrauch desselben in Rücksicht der vergleichenden Beobachtungen schon gehörig eingeschränkt. Es erhellt daraus, daß ich weit entfernt bin, den Kondensator unbedingt zu empfehlen, und daß ich ihn vielmehr verwerfe, wenn von vergleichenden Beobachtungen die Rede ist, so oft die Luftelektricität ohne seine Beyhülfe merklich wird, und auf mehrere Grade steigt. Ich gehe noch weiter, und räume ein, daß der Kondensator auch bey einzelnen Beobachtungen wenig oder gar nichts nützt, und selbst schaden kann, wenn die Elektricität schon ohne seine Beyhülfe merklich genug ist. Dieß alles will ich gern zugestehen, nur behaupte ich auch, daß er in vielen Fällen seines unvergleichlichen Nutzens wegen nicht entbehrt werden kann. Diese Fälle treten ein, wenn ohnedenselben die Luftelektricität ganz unmerklich ist, entweder wegen der Beschaffenheit der Atmosphäre selbst, oder wegen der
für

für dergleichen Beobachtungen nicht sehr günstigen Lage des Orts, wo die Versuche angestellt werden, wenn man z. B. mit Bäumen, Häusern u. f. w. umgeben ist. Wie oft habe ich nicht vermittelst des Kondensators sowohl aus dem portativen atmosphärischen Elektrometer, von welchem hier die Rede ist, als auch aus einem grossen fest stehenden Leiter, der nach Art der Franklinischen oben auf einem Gebäude errichtet worden war, unzweydeutige und selbst starke Zeichen von Luftelektricität zu einer Zeit erhalten, da sich ohne diesen Kunstgriff nicht die mindesten Spuren derselben sehen liessen.

Wenn ich die Luftelektricität mit dem portativen Elektrometer untersuchen will, trete ich an ein Fenster, das auf einen freyen Platz oder in einen Garten geht, und hebe von aussen das mit dem metallenen Leiter und der Flamme versehene Instrument so hoch in die Luft, als ich den Arm bequem ausstrecken kann. Auf diese Art bekomme ich nicht nur zur Zeit eines Gewitters, worüber sich niemand wundern darf, sondern auch zuweilen bey heiterem Himmel, öfter aber zur Regenzeit, und unausbleiblich dann, wenn ein dicker und niedriger Nebel herrscht, Zeichen von Luftelektricität, ungeachtet der Nähe der Mauer und des Daches, wodurch die Elektricität des Luftkreises so sehr geschwächt wird, und ob ich mich gleich des Kondensators nicht bediene; doch meistens muß ich, wenn der Himmel heiter, oder umwölkt, aber ohne Gewitterwolken ist, auch noch von diesem Instrumente Gebrauch machen.

Was die so eben gedachte Verbindung des Kondensators mit den bekannten Franklinischen Leitern betrifft, so werden Sie mir erlauben, hierüber einiges zu erinnern. Beyor uns Herr DE SAUSSURE zeigte, wie be-

bequem und vortheilhaft die Luftelektricität mit CAVALLLO's Taschenelektrometer untersucht werden kann, wenn man dasselbe nach seinem Vorschlage mit einem ungefähr zwey Fufs langen Metalldrahte versieht, stellte ich (eben so, wie andere Physiker, die sich mit dergleichen Untersuchungen beschäftigten) meine Beobachtungen an einem grossen isolirten, in eine Spitze auslaufenden und oben an einem Thurme angebrachten Leiter an, an welchem ein Eisendraht befestigt war, der, gleichfalls isolirt, bis in das Zimmer, wo ich mich aufhielt, reichte *). Ob ich nun gleich vermittelst dieses Apparates, auch ohne Beyhülfe des Condensators, Zeichen von Elektricität erhielt, so geschah dies doch nicht oft, und die Zeichen waren meistens höchst schwach, ausgenommen wenn sich ein Gewitter näherte, oder plötzlich Regen oder Schnee fiel. Meistens wurde, wenn man den leitenden Draht untersuchte, der Himmel mochte nun heiter, oder umwölkt, aber ohne Gewitterwolken seyn, das empfindlichste Elektroskop nicht im geringsten bewegt; es bewegte sich ein wenig blos bey hellem Sonnenschein und trockner Luft, und manchmal etwas mehr bey Sonnenuntergang, und wenn sich der Thau zu bilden anfang.

*) Dieser Leiter, der so eingerichtet ist, daß er zugleich als Blitzableiter und zur Untersuchung der Luftelektricität dienen kann, ist vor mehrern Jahren in dem Hause meines Freundes, des Canonici JULIUS CAESAR GATTONI zu Como, errichtet worden. Ausser den andern meteorologischen Beobachtungen, welche dieser Gelehrte alle Tage fleissig anstellt, untersucht er die atmosphärische Elektricität das ganze Jahr hindurch auf die hier beschriebene Weise. In den verflossenen Jahren, besonders in den Sommermonaten, welche ich in Como, meiner Vaterstadt, zuzubringen pflege, habe ich gleichfalls an diesem Apparate viele Beobachtungen angestellt. Ich rede hier hauptsächlich von denen, welche mit den von GATTONI aufgezeichneten übereinstimmen,

anfang. Sonst schien ganz und gar keine Elektricität in dem Luftkreise Statt zu finden, so daß ich mich genöthigt gesehen haben würde, in meinen Tabellen über die Lufterlektricität meistens Null zu setzen, wenn ich nicht den Kondensator zu Hülfe gerufen hätte, der mir fast immer etwas Elektricität in der Luft, welche gar keine zu enthalten schien, und nicht etwa bloß das Daseyn, sondern sogar auch noch die Art derselben entdeckte.

Anfangs, als ich den Kondensator eben erst entdeckt hatte, und mich desselben zur Verstärkung der Zeichen der Lufterlektricität zu bedienen anfang, verfuhr ich auf folgende Art. Ich legte den metallenen Deckel des Kondensators auf die Marmorplatte oder einen andern Halbleiter, und brachte ihn so an den Eisendraht des atmosphärischen Leiters. War er von demselben lange genug berührt worden, so nahm ich ihn zugleich mit der Platte wieder weg, ohne ihn zu berühren. Hierauf hob ich ihn an seinem isolirenden Handgriffe schnell in die Höhe, und untersuchte ihn mit einem sehr empfindlichen Flaschenelektrometer. Ich habe diese Methode und alle dabey nöthige Vorsichtsregeln in der öfters angezogenen Abhandlung über den Kondensator *) beschrieben. Allein ich sahe bald ein, daß ich auf diese Weise meinen Endzweck oftmals verfehlte, besonders wenn die Lufterlektricität in den Leiter nur sehr langsam überging, und bald lernte ich auch die Ursache davon einsehen. In der gedachten Abhandlung hatte ich bereits erinnert, daß der Kondensator bey einer sehr schwachen Lufterlektricität mit dem atmosphärischen Leiter eine beträchtliche Zeit lang verbunden bleiben muß, wenn eine hinlängliche Menge

*) Man sehe oben S. 47.

ge Elektricität in demselben angehäuft werden soll. Es sind dazu bald zwey bis drey, bald sechs, acht, zehn und noch mehr Minuten nöthig, je nachdem die herrschende Lufterlektricität schwach, und die Luft trocken ist; denn Trockenheit schwächt die leitende Kraft der Luft, und hindert oder verzögert den Uebergang der Lufterlektricität in den Leiter. Gibt es nun wohl eine Marmorplatte oder einen andern Halbleiter, der die Elektricität zehn, zwölf und mehr Minuten lang in dem metallenen Deckel zurückhalten kann, ohne sie demselben zu rauben? Gewiß nicht; denn die Basis des Kondensators darf nicht vollkommen isoliren, sondern muß zwischen den isolirenden und leitenden Körpern mitten inne stehen, was eben vom trocknen Marmor, von Wachseleinwand u. s. w. gilt. Je länger also der Kondensator mit dem atmosphärischen Leiter in Verbindung bleibt, desto mehr geht von der Elektricität, die in den Deckel kommt, verloren, so daß man zuletzt in demselben nur sehr wenig findet. Man begreift nun, warum der Versuch nicht gelingen will, wenn der Kondensator, um eine merkliche Quantität elektrischer Flüssigkeit zu überkommen, länger als eine, zwey, drey Minuten mit dem atmosphärischen Leiter in Verbindung bleiben muß.

Dies bewog mich, auf ein anderes Verfahren, das der Absicht des Beobachters besser entspräche, zu finnen. Ich verfiel dabey auf folgendes, dessen ich schon im zweyten Briefe beyläufig gedacht habe *), und das seinen Endzweck vollkommen erfüllt.

Anstatt den Kondensator mit dem Eisendrahte des atmosphärischen Leiters in Berührung zu bringen, hänge ich an den Draht den Haken einer kleinen Leidner Fla-

*) S. 82.

Flasche, so daß die äussere Belegung derselben nicht isolirt ist, sondern mit dem Erdboden in Verbindung steht. Diese Flasche lasse ich an dem leitenden Drahte, so lange als es nöthig ist, d. h. manchmal eine Viertelstunde, und manchmal noch länger, hängen. Hierauf nehme ich sie wieder weg, wenn sie irgend eine Ladung erhalten hat, (wobey wenig oder nichts von der Elektricität, womit die Flasche allmählich geladen worden, verloren gegangen ist, vorausgesetzt, daß die Flasche gehörig beschaffen ist), und bringe sie sodann mit dem Kondensator in Verbindung. Auf diese Weise, die einfacher als die vorige ist, und nach welcher der Versuch mehrere Jahre hinter einander von mir angestellt worden, habe ich, wo nicht immer, doch meistens Spuren von Elektricität und nicht selten sogar kleine Funken zu einer Zeit erhalten, da die Elektricität des atmosphärischen Leiters, wenn ich mich des Kondensators nicht bediente, oder wenn ich ihn auch, aber ohne die Leidner Flasche, brauchte, völlig Null zu seyn schien.

Kann denn aber auch die Leidner Flasche durch eine äusserst schwache Elektricität der Luft, dergleichen z. B. bey heiterm Himmel Statt findet, wirklich geladen werden, da ich im zweyten Briefe gezeigt habe *), daß eine solche Elektricität in die Spitze des atmosphärischen Taschenelektrometers nicht wirklich übergeht, sondern auf dieselbe nur durch Druck wirkt u. s. w.? Findet etwa zwischen diesem Instrumente und einem grossen fest stehenden Leiter ein wesentlicher Unterschied Statt, so daß wohl dieser, aber nicht jenes, die Leidner Flasche zu laden im Stande ist? Hierauf dient folgendes zur Antwort.

Ge-

*) S. 90, 94.

Gesetzt auch, daß sich in den sehr hohen Franklinischen Leiter, so wie in die Spitze unsers Taschenelektrometers, nichts von der Luftpolektricität ergießt, so wirkt doch diese auf denselben ohne Zweifel nach den bekannten Gesetzen der elektrischen Wirkungskreise, d. h. sie setzt die ihm eigenthümliche elektrische Flüssigkeit in Bewegung (nöthigt sie, sich nach dem untern Ende hin zu verdichten, wenn die Elektricität der das obere umgebenden Luftschicht positiv, oder zieht dieselbe aufwärts, wenn sie negativ ist). Da nun der Leiter, von dem hier die Rede ist, eine beträchtliche Länge, folglich eine sehr große Kapazität hat, so erhellt, daß die Quantität der elektrischen Flüssigkeit, die in demselben auf diese Weise in Bewegung geräth (von oben nach unten hin, oder nach der entgegengesetzten Richtung), desto beträchtlicher seyn muß, als diejenige, welche in dem kleinen Leiter des atmosphärischen Taschenelektrometers bewegt wird, je mehr der große Leiter den kleinen an Höhe und Kapazität übertrifft. Kein Wunder also, wenn die im großen Leiter erregte Elektricität so stark wird, daß sie die kleine Leidner Flasche, die an das untere Ende desselben gebracht worden, laden kann; eine Ladung, zwar wegen der weit größern Kapazität der Flasche äußerst schwach und an sich unmerklich ist, aber doch durch Beyhülfe des Kondensators merklich gemacht werden kann.

Alles dies folgt schon aus der Voraussetzung, daß der große Franklinische Leiter nichts von der Luftpolektricität einsaugt. Allein ist diese Voraussetzung gegründet? Ich habe bereits erinnert *), daß sich dies, die Sache genau genommen, nicht einmal vom kleinen Lei-

*) S. 92.

Leiter des **Taschenelektrometers** fagen läßt, in wel-
 chen ein wenig von der atmosphärischen Elektrizität,
 wenn sie nicht äufferst schwach ist, zuverlässig über-
 geht, es mag übrigens noch so langsam geschehen.
 Nun ist in derjenigen Höhe, bis auf welche die Spitze
 des grossen Franklinischen Leiters reicht, die Luft-
 elektricität selten so schwach, daß nicht ein wenig da-
 von in den Leiter übergehen sollte, das dann nebst der
 Quantität der demselben eigenthümlichen elektrischen
 Materie, welche erwähnter Massen in Bewegung ge-
 setzt worden, die Flasche zu laden im Stande ist. Frey-
 lich kann der Leiter nur wenig, und das wenige nur
 sehr langsam einsaugen; denn nur selten gibt er von
 selbst merkliche Zeichen von Luftelektrizität, und mei-
 stens muß man, wenn man welche bekommen will,
 zu der Leidner Flasche und dem Kondensator seine Zu-
 flucht nehmen. Diese Elektrizität kann also, wenn
 sie auch nicht äufferst schwach ist, sondern mit der
 Flamme, welche sie leicht und schnell einsaugt, unter-
 sucht nach der Skale des Flaschenelektrometers unmit-
 telbar (d. i. ohne Beyhülfe des Kondensators) dreyßig,
 vierzig und noch mehr Grad stark seyn würde, nur
 mit der größten Schwierigkeit, wenn die Flamme fehlt,
 von der Luft los und in einen auch noch so vollkomm-
 nen (wie ein metallner ist) und spitzigen Leiter über-
 gehen; ein Umstand, den man wohl nicht geglaubt
 haben würde; sie theilt sich daher demselben nur zum
 Theil und sehr langsam mit. Dieß ist die Ursache,
 warum man oftmals acht bis zehn Minuten, und wohl
 gar eine Viertelstunde warten muß, ehe die Leidner
 Flasche vom leitenden Drahte jene schwache, ich möch-
 te sagen, fast unendlich kleine Ladung bekommt, die
 sich kaum vermittelst des Kondensators merklich ma-
 chen läßt.

So viel von den grossen atmosphärischen Leitern, die oben auf Häusern, Thürmen u. s. w. errichtet werden! Wie man sieht, taugen sie eher zu Beobachtungen über die außerordentlich lebhafte Gewitterelektricität, so wie auch über die gleichfalls sehr starke Elektricität, die zuweilen, wenn gewisse Regen fallen, öfter aber bey Schneewetter entsteht, als zu solchen Beobachtungen, wodurch man den Gang und die Veränderungen der schwachen Elektricität der heitern, stillen oder windigen, trocknen oder feuchten Luft, des Thaues, der Nebel, und der Wolken, die keine Gewitterwolken sind, verfolgen will; einer Elektricität, deren Untersuchung von grösserm Belange ist, da von derselben jene stärkere entspringt. Hierzu dient eigentlich unser atmosphärisches Taschenelektrometer, das in dergleichen Beobachtungen von zuverlässigerem und ausgedehnterem Gebrauche ist, besonders bey feuchter Witterung, weil es leicht vollkommen isolirt erhalten werden kann, was bey den grossen fest stehenden Leitern fast ganz unmöglich ist.

Die unvollkommene Isolirung der grossen Leiter, und der Umstand, daß die Zeichen einer durch blossen Druck erregten Elektricität nicht lange Zeit bestehen können, (denn die elektrische Flüssigkeit bricht endlich hervor und verläßt den Theil des Leiters, wo sie durch den Druck oder die Wirkung der elektrischen Atmosphäre kondensirt worden,) sind eben Ursache, warum dergleichen Vorrichtungen oftmals gar keine Zeichen von Luftelektricität geben. Um Zeichen derselben durch blossen Druck zum Vorschein zu bringen, müßte man dann, wenn der Versuch angestellt werden soll, den Leiter gehörig isolirt errichten, und der in Bewegung gesetzten und z. B. im untern Theile des Leiters angehäuften elektrischen Flüssigkeit keine Zeit, aus

aus demselben zu entweichen, lassen; und wollte man beständige Zeichen einer anhaltenden Elektricität bekommen, (was unmöglich ist, wenn nicht die Luft-elektricität in den Leiter unaufhörlich übergeht,) so müßte man oben ein brennendes Licht anbringen, ganz so wie bey dem kleinen portativen Leiter, der bloß durch diesen Zusatz alle große Leiter an Wirksamkeit übertrifft.

Man wird sich folglich nicht mehr wundern, daß die Franklinischen Leiter, ihrer großen Höhe ungeachtet, da ihnen die Flamme fehlt, und da sie überdies, besonders bey feuchter Witterung, nicht hinlänglich isolirt sind, oftmals nicht einmal mit Beyhülfe der Leidner Flasche und des Kondensators Zeichen von Elektricität geben, zu einer Zeit, da unser kleines Taschenelektrometer in einer geringern Höhe, z. B. auf einer Terasse desselben Hauses, welche gibt, wenn man dasselbe nach DE SAUSSURE's Art bloß mit der Spitze, oder, im Fall dieß nicht hinlänglich ist, nach meiner Methode noch mit einem brennenden Schwefelfaden versieht, und nöthigen Falls zu dem Kondensator seine Zuflucht nimmt.

Ueberlege ich alles, was vom Kondensator bisher erinnert worden ist, so scheint es mir, daß ich, ohne daran zu denken, den Forderungen der Harlemer Societät völlig Gnüge geleistet habe. Vor wenig Jahren nämlich wurde von dieser Gesellschaft die Bestimmung des wahren und eigentlichen Gebrauchs des Kondensators zur Untersuchung der Luftelektricität als Preisfrage aufgegeben; eine Frage, die meines Wissens noch nicht gehörig beantwortet worden ist. Man kann nicht läugnen, daß die Urtheile über dieses Werkzeug sehr verschieden und widersprechend ausgefallen sind. Manche haben dasselbe zu sehr gepriesen, andere dagegen

es als ein trügliches Werkzeug allzusehr herabgewürdigt. Ich für meinen Theil habe, aller Vorliebe ungeachtet, die man einer eignen Erfindung nicht versagen kann, einen Mittelweg einzuschlagen gesucht, und glaube den Werth des Instruments richtig bestimmt zu haben. Ich habe nicht verschwiegen, daß der Kondensator irre führen kann, wenn von vergleichenden Beobachtungen die Rede ist, weil viele von Natur sehr veränderliche Umstände die kondensirende Kraft desselben verschiedentlich modificiren. Ich habe bemerkt, daß sich dennoch vermittelt desselben die Stärke der Lufterlektricität einigermaßen schätzen läßt, wenn man annimmt, daß er die Elektricität hundertundzwanzig Mahl kondensiren kann, wie ich durch eine Reihe von Versuchen, deren im ersten Briefe *) gedacht worden, dargethan habe. Ich habe die Mängel meiner ersten Beobachtungen über die Lufterlektricität, da ich den Kondensator unmittelbar an den Eisendraht des atmosphärischen Leiters anbrachte, gezeigt, und erinnert, mit welchem Erfolge ich bald darauf nach einer weit bessern Methode verfahren habe. Ich habe an mehreren Stellen beyläufig bemerkt, daß man den Kondensator in gutem Zustande erhalten, und geschickt brauchen muß, ohne mich hierüber weitläufig auszulassen, da ich von allem, was hierauf Beziehung hat, und von den nöthigen Vorsichtsregeln in der oft angezogenen Abhandlung über den Kondensator umständlich gehandelt habe. Ich habe gewiesen, wie man den Kondensator und das Elektrometer mit einander vereinigen kann; eine Verbindung, die sehr bequem ist, und großen Vortheil gewährt. Endlich habe ich dargethan, daß der Kondensator in einigen Fällen, die zugleich angegeben

*) S. 530

geben worden sind, einen entschiedenen Nutzen hat, ja gar nicht entbehrt werden kann. Dieß, und vielleicht nicht einmal so viel, forderte die Harlemer Preisfrage. Allein ich habe, wie ich behaupten zu können glaube, noch mehr gethan. Ich habe noch eine andere Entdeckung beygefügt, die auf den Kondensator selbst einen großen Einfluss hat, und den Gebrauch desselben außerordentlich erweitert: die Entdeckung, daß eine Flamme oben auf dem kleinen Leiter des atmosphärischen Taschenelektrometers nicht nur die Zeichen der Lufterlektricität beynahe drey Mahl stärker macht, sondern auch, was noch mehr ist, einen wirklichen Uebergang der Elektricität aus der Luft in den Leiter bewirkt, wodurch dieser in den Stand gesetzt wird, eine kleine Leidner Flasche einigermaßen zu laden, die hierauf, mit dem Kondensator in Verbindung gebracht, zur Verstärkung jener Zeichen unglaublich viel beyträgt; lauter Dinge, welche ohne Beyhülfe der Flamme nicht Statt finden würden. Bey dem allen bin ich weit entfernt, auf den von der Harlemer Societät ausgesetzten Preis Ansprüche machen zu wollen. Die zur Einsendung der Preisschriften bestimmte Zeit muß schon verflossen seyn; und wenn auch dieß nicht wäre, so würde ich doch nicht daran denken, mich darum mit zu bewerben. Ich bin vollkommen zufrieden, wenn ich mit meinen kleinen Entdeckungen ein neues Feld zu nützlichen Untersuchungen eröffnen, und die Naturforscher zur Anbauung desselben ermuntern kann, besonders wenn es mir glückt, Ihren Beyfall zu erhalten, der mir so viel, als der Beyfall vieler zusammen, gilt.

Ehe ich diesen Brief schliesse, in welchem ich Ihnen, wie im vorigen, zeigen wollte, welchen Nutzen der Gebrauch der Flamme bey der Untersuchung der Lufterlektricität gewährt, muß ich noch einige Stücke beschreiben, womit ich das atmosphärische Elek-

trometer vermehrt habe, um es im freyen Felde oder am Fenster mehr erheben zu können, ohne daß es darum aufhört, tragbar zu seyn; eine Eigenschaft, die es mit zu einem so schätzbaren Instrumente macht.

Anstatt den kleinen Leiter, der aus drey bis vier Stücken von dickem Stahldrahte, welche an einander geschraubt werden, zusammengesetzt ist, an der Kappe des Flaschenelektrometers selbst anzubringen, befestige ich ihn am Ende meines Spatzierstockes, so daß er völlig isolirt ist, was ich durch ein zwey bis drey Zoll langes gläsernes Stäbchen, das mit Siegellack überzogen worden, erreiche. Dieser dichte Glascylinder hat an dem einen Ende eine konische Röhre von Messing, in welche das Ende des Stockes paßt, an dem andern aber eine Kappe, auch von Messing, auf welche der stählerne Leiter geschraubt wird. Eine mit Silberdraht durchzogene Schnur, die dadurch zu einem Leiter wird, befestigt man mit einem Knoten an dem Stahldrahte, und läßt sie so weit herunter hängen, daß, wenn man den Stock mit der einen Hand in die Höhe hebt, das untere Ende der Schnur, welches sich in eine Schleife oder einen Ring endiget, an den Haken einer kleinen Leidner Flasche oder an die gleichfalls mit einem Haken versehene Kappe eines Flaschenelektrometers, das man mit der andern Hand in gleicher Höhe mit den Augen und in hinlänglicher Entfernung von dem Stocke hält, nach Willkühr gehängt und wieder los gemacht werden kann.

Die dritte Figur stellt den ganzen Apparat dar, während daß eine Person die Luftpolektricität mit demselben auf dem Felde, in einem Garten, oder an einem andern mehr oder weniger freyen Orte untersucht. AB ist der Spatzierstock, dessen Knopf von der linken Hand umfaßt wird. C die messingene konische Röhre, in welche

welche die Spitze des Stocks gefleckt ist. D die mit Siegellack überzogene gläserne Säule. E die messingene Kappe, an welche der Stahldraht FG geschraubt ist, auf dessen Spitze G der Schwefelfaden vermittelst eines spiralförmig gedrehten Eisendrahtes oder auf andere Art befestigt wird. Endlich HI die mit Metalledraht durchflochtene Schnur, die in I mit dem Elektrometer, welches mit der rechten Hand gehalten wird, verbunden ist.

Man sieht leicht, daß der ganze Apparat aus einander genommen, und, mit Auschluss des Stockes, in ein Taschenfutteral nebst dem Feuerzeuge, einer Menge Schwefelfaden, und einem gläsernen Stäbchen, das halb blos, halb mit spanischem Wachs überzogen ist, und zur Untersuchung der Art der Lufterlektricität dient, eingeschlossen werden kann.

In demselben Futterale kann auch noch eine kleine Leidner Flasche angebracht werden, die am besten nach CAVALLO's Methode so eingerichtet wird, daß sie ihre Ladung in der Tasche und an jedem andern Orte viele Tage lang behält *). Endlich kann darin auch der Kondensator Platz finden, der mit dem Elektrometer verbunden wird, und, wie ich im ersten Briefe erinnert habe **), aus einer messingenen Scheibe von zwey bis drey Zoll im Durchmesser und einem etwas breitem Streife von gewichstem oder überfirnistem Tafel besteht.

Mit der Beschreibung der Form und der Abtheilungen dieses Futterals will ich mich, da dies alles

H 5

von

*) Man sehe T. CAVALLO's vollständige Abhandlung der Lehre von der Elektricität, 3te Aufl, Leipzig 1785. S. 178. *)
Anmerk. des Uebers.

**) S. 48. f.

von der Willkühr eines Jeden abhängt, hier nicht aufhalten; ich bemerke nur, daß ich, um den Raum zu schonen, in die Röhre C, nachdem ich sie vom Stocke abgenommen habe, den spiralförmig gedrehten Eisendraht G, nebst der zusammengewickelten Schnur H stecke; die Scheibe des Kondensators lasse ich nach Art eines Schachteldeckels den Boden des Elektrometers umschließen, und mit dem Taffettstreife umwickele ich die Flasche desselben. Noch erinnere ich, daß ich es bequemer gefunden habe, für jedes Elektrometer ein besonderes Futteral, und für alle andere Stücke auch ein eigenes machen zu lassen.

Wenn man will, kann man sich einen hohlen Stock machen lassen, und in desselben Höhlung einige Stücke, um ihn zu verlängern, mehrere metallene Drähte, um den Leiter gleichfalls länger zu machen, und überdies noch die übrigen Theile des Apparats, wenigstens die meisten davon, einschließen. Allein ich für meinen Theil trage die gedachten Futterale lieber bey mir, vermittelst welcher ich von jedem Stocke, einer mehr oder weniger langen Stange u. s. w. Gebrauch machen kann.

Der Vortheil, den man erhält, wenn man die atmosphärische Elektricität mit einem solchen Apparate untersucht, leuchtet in die Augen. Man sieht leicht ein, daß man überhaupt desto stärkere Zeichen bekommen wird, je mehr man die Flamme, welche die Elektricität aus der Luft einsaugt, in die Höhe hebt. Scheint dieß zu unbestimmt, und verlangt man, daß ich die Sache genauer angebe, so erinnere ich, daß ich in vielen Versuchen, wo die Pendel, wenn ich das mit dem bloßen Metalldrahte nach DE SAUSSURE's Methode verfehene Elektrometer mit der Hand in die Höhe hob, so daß die Spitze des Leiters gegen sieben Fuß von der Erde

Erde abstand, z. B. zwey Grad, und, wenn der angezündete Schwefelfaden noch hinzu gekommen war, fünf Grad divergirten, diese Divergenz vermittelst des Stockes, wodurch die Spitze eilf bis zwölf Fufs erhoben ward, um mehr als noch einmal so viel (über zehn, ja zwölf Grad) habe wachsen sehen.

Dieser Vortheil ist vorzüglich dann erheblich, wenn man auf die andere Art, da der Leiter blos mit der Hand in die Höhe gehoben wird, sogar vermittelst der Flamme, vollends aber ohne dieselbe, keine Zeichen von Elektrizität erhält, weil an dem Orte und zu der Zeit, da man den Versuch anstellt, die Luft sechs bis sieben Fufs über der Erde eine äusserst schwache Elektrizität besitzt, die noch keinen Grad, nicht einmal drey Viertel eines Grades ausmacht, und weil auf der andern Seite das Elektrometer so beschaffen ist, daß die Pendel desselben durch eine so schwache Elektrizität sehr wenig oder gar nicht bewegt werden. Unter solchen Umständen ist es gewiss etwas vortheilhaftes, die Pendel zwey gute Grad weit aus einander dadurch treiben zu können, daß man vermittelst des Stockes den mit dem gewöhnlichen Schwefelfaden versehenen Leiter vier bis fünf Fufs mehr erhöht.

Nur sehr selten findet man die Lustelektrizität so schwach, wenn man sie im Freyen untersucht; es geschieht dies nur bey umzogenem Himmel und Windstille, zuweilen auch bey heiterer Witterung in sehr grosser Hitze. Allein gar nicht selten fehlen die Zeichen der Lustelektrizität in einer Höhe von sechs bis sieben Fufs, wenn der Versuch an eingeschlossenen Oertern, z. B. im Grunde eines engen Thales, am Fusse eines steilen Berges, nahe bey Bäumen, Mauern u. s. w. angestellt wird. In solchen Fällen leistet der Stock, auf die beschrie-

beschriebene Art gebraucht, einen ausgezeichneten Nutzen.

Vorzüglich ist eine solche Vorrichtung alsdann nützlich, wenn man die Beobachtungen über die Luftpolektricität am Fenster eines Zimmers anstellen will, weil man da die Spitze des Leiters mit der bloßen Hand nicht wohl weit genug in die Luft halten kann. Es ist dann nicht einmal ein gewöhnlicher Spatzierstock gut zu gebrauchen; man muß vielmehr einen längern, eine große Stange, eine Angelruthe oder etwas ähnliches nehmen; denn sonst würde die Nähe der Mauer dem Versuche nachtheilig werden, und die Luftpolektricität meistens ganz unmerklich machen.

Dann ist es aber etwas sehr beschwerliches, den Stock oder die Stange, so lange die Beobachtung dauert, also oft eine ziemlich lange Zeit, in der Hand zu halten. Dieser Unbequemlichkeit auszuweichen, bin ich auf ein Mittel bedacht gewesen, die Stange dermaßen anzubringen, daß sie aus dem Fenster gehörig hervorragt, und schon von selbst fest, und hinlänglich isolirt ist.

In der vierten Figur sieht man den ganzen Apparat zum Beobachten eingerichtet. ABC ist ein kleiner Tisch mit seinem Fulse, der mehr oder weniger erhoben werden kann, wenn man das Stück B auszieht, und mit der Schraube o fest stellt. Da das untere Stück A ungefähr vier Fuß hoch ist, so kann man das Tischchen C leicht in gleiche Höhe mit dem Auge des Beobachters, ja nöthigen Falls in eine Höhe von sieben Fuß, und noch höher stellen. Auf diesem Tische sind zwey kleine Säulen fd, ge aufgeschraubt, die ganz aus Holz bestehen, die Stücke d und e unten am Tische ausgenommen, die von Glas und mit Siegellack überzogen

zogen sind, und die Köpfe der Säulen f, g nebst der Stange H isoliren. Diese Stange wird von den Säulen auf folgende Weise getragen. Der Kopf der einen Säule f ist in der Mitte durchsägt, und stellt zwey Bretchen dar, welche das untere glatte Ende der Stange aufnehmen; dieses wird, wenn die Stange senkrecht stehen soll, mit zwey Pflöcken t, u, oder, wenn man sie, wie in der Figur, geneigt haben will, mit Einem befestigt; und im letztern Falle wird die Stange von dem etwas schief ausgehöhlten Kopfe der andern Säule g unterstützt. So ist die Stange hinlänglich isolirt, und ragt aus dem Fenster weit genug hervor. Es fehlt weiter nichts, als ein brennendes Licht oben an der Spitze, um die Elektricität aus der Luft gehörig einzufaugen, und ein von oben bis unten hin laufender Eisendraht, um die eingefaugte Elektricität leicht fortzuleiten. Der Draht sowohl als das Licht wird hier gleichfalls vorgestellt: jener bey ii, dieses bey L, wo man noch überdies eine kleine Laterne von Blech sieht, welche das Licht enthält, und vor Wind und Regen schützt.

Nach dieser Beschreibung wird man von selbst einsehen, wie dieser Apparat in die gehörige Ordnung gebracht, zusammengesetzt und aus einander genommen werden kann; weshalb ich mich dabey nicht länger aufhalten will. Ich erinnere nur, daß man sehr wohl thut, wenn man, anstatt die Stange aus Einem Stücke zu machen, den Theil, welcher sich oberhalb der zwey Stützen f, g befindet, absondert, und das Stück, das auf g ruht, und etwas hervor ragt, der Länge nach aushöhlt, damit es die Stange aufnehmen kann, die sich dann leicht und ohne viele Schwierigkeit hineinstecken und wieder herausnehmen läßt.

Ich verfare mit meinem Apparate auf folgende Weise. Ich öffne das Fenster, und stelle an dasselbe
den

den Tisch, ganz so, wie die Figur zeigt, wenn man sich nur die lange Stange H wegdenkt. Den untern Theil der Stange lasse ich auf dem Fußboden des Zimmers ruhen, die Spitze aber lehne ich an den Rand des Tisches C, um die Laterne mit dem brennenden Lichte daran zu befestigen. Dann erhebe ich mit der einen Hand die Stange, und bringe sie zum Fenster hinaus, indem ich mit der andern Hand das ausgehöhlte Stück, das auf g ruht, fest halte, in welches ich den untern Theil der Stange hineinschiebe.

Man kann die Einrichtung treffen, daß das Fenster, eine einzige Glascheibe ausgenommen, ganz zu bleibt, wodurch denn die Isolirung, die verschiedenen Stücke des Apparats und der Beobachter selbst vor Regen und Wind geschützt werden. Man öffnet alsdann das Fenster zur Hälfte, so daß man die lange Stange mit der Hand heraus bringen kann; hat man dieselbe gehörig befestigt, so macht man das Fenster wieder zu, und läßt es bloß da auf, wo die Stange durchgeht.

Der Gewinn ist außerordentlich, wenn man die Isolirung, die Leidner Flaschen, den Kondensator, die Elektrometer u. s. w. vor der Feuchtigkeit, die alles verdirbt, schützen, und nöthigen Falls den ganzen Apparat vermittelst eines Kohlenbeckens, für welches, so wie für verschiedene andere Stücke, auf dem Tische selbst Platz genug ist, in den gehörigen Zustand bringen, und darin erhalten kann. Ein anderer sehr erheblicher Vortheil ist, daß man so die Hände frey behält, und die Beobachtungen mit aller Bequemlichkeit anstellen und nach Gefallen verlängern kann, wobei das Elektrometer auf dem Tische fest und unbeweglich steht, da es hingegen, wenn es in der Hand gehalten wird, leicht aus der Ruhe kommt. Es berührt
mit

mit der Kappe den leitenden Draht am Ende i oder an irgend einem andern Punkte.

Mit einem Worte, dieser gleichfalls portative Apparat (denn man kann ihn leicht aus einem Hause in das andere, aus einem Zimmer in das andere tragen) ist so sehr bequem und vortheilhaft, daß ich zuletzt fast bloß mit ihm Versuche angestellt, und mich des andern Taschenapparats nur auf Reisen, und wenn ich an Oerter ging, wo ich besondere Beobachtungen anstellen wollte, bedient habe. Denn was die täglichen und vergleichenden Beobachtungen über die Lufterlektricität, welche man, wie andere meteorologische Bemerkungen, aufzeichnen will, anbetrifft, so sieht jedermann ein, daß man auf diesen Apparat vorzüglich rechnen kann, der immer an einerley Stelle und auf eine und dieselbe Art gebraucht wird.

In der That habe ich, seitdem ich mich desselben bediene, guten Grund, mit ihm ganz zufrieden zu seyn. Wenn die andern Meteorologen, denen ich diesen Apparat nicht genug empfehlen kann, mit demselben gleichfalls einen Versuch machen werden, so wird er, wie ich in voraus überzeugt bin, auch ihren Beyfall erhalten, und sie werden von ihm immer Gebrauch machen. Der Apparat ist überdies einfach, und der Versuch kostet weder viel Zeit noch viel Mühe.

Es würde daher ins künftige eine unverzeihliche Nachlässigkeit seyn, wenn sich in einem meteorologischen Observatorium unter den Barometern, Thermometern, Hygrometern, Anemometern u. s. w. kein Elektrometer mit dem atmosphärischen Leiter und der Laterne finden sollte. Ein Franklinisches Elektrometer, das meistens schweigt, und die Lufterlektricität nur zur Zeit eines Gewitters verräth, reicht keineswegs zu; denn

es liegt in Rücksicht der Meteorologie viel daran, daß man die Elektricität des Luftkreises zu allen Zeiten beobachtet, und den täglichen Gang derselben verfolgt; Beobachtungen, zu welchen der Franklinische Leiter ganz untauglich ist, und die sich, wie wir gesehen haben, nur mit dem von mir beschriebenen Apparate anstellen lassen.

Sollte aber die Franklinische Vorrichtung auch dann nicht den Vorzug verdienen, wenn die Luftelektricität so stark ist, daß man schon vermittelst derselben hinlänglich starke Zeichen bekommt? Ich räume gern ein, daß man sie vorziehen muß, wenn von heftigern Gewittern die Rede ist; keinesweges aber bey mäßigen oder entfernten, oder bey Regen oder Schnee, er mag auch noch so elektrisch seyn; und selbst bey heftigen Gewittern verdient der Franklinische Leiter nicht darum den Vorzug, weil er etwa den Zustand der dann herrschenden Elektricität sicherer und genauer angibt, als ^{unser} ~~die~~er Apparat, da vielmehr das Gegentheil Statt findet, sondern weil er den Beobachter vor aller Gefahr schützt, vorausgesetzt, daß er mit einem dicken Eisendrahte, dem sogenannten *Sicherheitsdrahte* (*filo di salute*), versehen ist, dessen eines Ende in einer geringen Entfernung von dem isolirten Leiter angebracht, das andere aber bis unter die Erde, und noch besser in Wasser geführt wird.

Man könnte ein ähnliches Sicherungsmittel gegen den Blitz auch wohl bey meinem Apparate anbringen, wenn man auf die Tragbarkeit desselben Verzicht thun wollte; weil man aber dann an Bequemlichkeit verlieren würde, so thut man besser, wenn man es wegläßt; dann würde man aber Gefahr laufen, wenn man den Apparat mitten in einem Gewitter brauchen wollte. Ich mißbillige es daher gar nicht, lobe es vielmehr,

mehr, wenn man in einem solchen Falle, bey Beobachtungen über die Luftelektricität, eher zu einem mit dem ausladenden Drahte versehenen Franklinischen Leiter, als zu dem meinigen, dem dieser Draht fehlt, seine Zuflucht nimmt. Inzwischen kann ich nicht bergen, daß es am allerbesten seyn würde, wenn man sich auch dann meines Apparates, aber unter dem Schutze des Franklinischen Leiters, bediente, d. i. denselben an dem Fenster, wo sich ein solcher Leiter befände, anbrächte; denn mein Apparat gibt, wie ich schon bemerkt habe, und sogleich darthun will, die wahre Beschaffenheit der atmosphärischen Elektricität zuverlässiger und genauer an.

Um sich zu überzeugen, daß der Franklinische Leiter zuweilen trügen kann, darf man nur bedenken, daß er außer der Elektricität, die er aus der Luft, wenn sie stark elektrisirt ist, wirklich einsaugt, auch noch durch Druck Elektricität zu äußern im Stande ist. Ist daher zum Beyspiel die Luft positiv elektrisirt, so verliert er, wenn man ihn berührt, und sogar, wenn er schlecht isolirt ist, ohne Berührung, eine verhältnismäßige Quantität von seiner eignen elektrischen Flüssigkeit. Nun wollen wir annehmen, daß nach diesem Verluste die Wolke oder die Luftschicht, welche auf der Spitze des Leiters liegt, von jener starken positiven Elektricität zu einer weit schwächeren, aber immer noch positiven übergeht; so wird der Leiter, auf den der Druck des elektrischen Wirkungskreises nicht mehr so viel, als vorher, vermag, nunmehr Zeichen von negativer Elektricität geben, weil der an eigenthümlicher Elektricität erlittene Verlust nicht weiter ersetzt werden kann; diese Zeichen sind folglich trüglich. Dasselbe wird geschehen, wenn die Wolke auch nur wegzieht; noch mehr aber, wenn sie oder ihre Elektricität auf irgend eine Art verschwindet.

Es gibt noch andere Fälle, da die Sprache des Franklinischen Leiters zweydeutig oder falsch wird. Ich will davon nur Einen anführen. Die Elektricität der Luft oder des Nebels, womit der Leiter umgeben ist, sey etwas schwach, so daß sie fast nur durch Druck wirken kann. In diesem Falle wird man schwache oder gar keine Zeichen von Elektricität bekommen, nachdem der Leiter durch Berührung, oder weil er schlecht isolirt ist, entladen wird; und gesetzt auch, daß er gut isolirt ist, so muß er doch endlich von seiner elektrischen Materie nach Verhältniß des Drucks oder der Wirkung der elektrischen Atmosphäre verlieren. Nun falle Regen oder Schnee, und derselbe sey eben so oder noch weniger elektrisirt, als jener Luft oder jener Nebel; so wird nun der Leiter anfangen, Zeichen von Elektricität, die sich vorher nicht sehen ließen, zu äußern, weil die Elektricität ihm nunmehr von den Wassertropfen oder Schneeflocken, die ihn berühren und benetzen, und die elektrische Materie weit besser, als die Luft, leiten, wirklich mitgetheilt wird. Sehen wir also auf ihn, so werden wir glauben, daß die Elektricität erst jetzt entstanden oder gewachsen ist, da sie doch schon vorher eben so stark oder wohl gar noch stärker da war.

So geben auch dergleichen Leiter gar keine Zeichen von Elektricität, wenn die Luft, welcher sie nebst dem Körper, der sie isolirt, immer ausgesetzt sind, lange Zeit und überflüssig feucht ist, wodurch denn die Isolirung nothwendig zum Theil oder ganz aufgehoben werden muß. Daher kommt es, daß oftmals die Luftelektricität mitten im Regen und Nebel, da sie doch viel stärker als bey heiterm Himmel ist, null zu seyn scheint. Eben darum scheint sie schwächer, wenn Thau fällt, und bald darauf, als in der größten Sonnenhitze; schwächer an windstillen und denen Tagen, die auf
Regen

Regen folgen, als an trocknen und windigen; da doch eigentlich das Gegentheil Statt findet.

Solchen Fehlern ist der von mir beschriebene atmosphärische Leiter keinesweges ausgesetzt. Bringt man an der Spitze desselben ein brennendes Licht an, so saugt er vermittelst der Flamme aus der Luft die Elektricität ein, sie mag nun schwach oder stark seyn; und dieß thut er so lange, bis die eingefogene Elektricität der Elektricität der Luft völlig das Gleichgewicht hält; zugleich aber läßt er, unten gehörig isolirt (in welchem Zustande man ihn leicht erhalten kann), die eingefogene Elektricität nicht wieder fahren. Wir können daher versichert seyn, daß keiner der vorher gedachten Fehler hier eintreten wird, daß die Elektricität, welche unser Apparat anzeigt, ganz eigentlich diejenige ist, welche in der die Flamme umgebenden Luft herrscht, und daß diese von der Art und der Stärke wirklich ist, wie es der Apparat angibt. Daß wir auf diese Weise die Stärke der Elektricität der Luftschicht, in der sich die Flamme befindet, genau erfahren, will ich in einem andern Briefe ausführlich darthun, wo ich die Art und Weise erörtern werde, wie die Elektricität der Luft in die Flamme leicht und schnell übergeht, wenn sie auch so schwach ist, daß sie in einen andern noch so spitzigen Leiter nur mit genauer Noth, äußerst langsam, und in sehr kleiner Quantität eindringen kann.

Ehe ich diesen Brief schliesse, will ich Ihnen noch, als eine Probe der von mir mehrere Monate hindurch angestellten Beobachtungen, meine Bemerkungen über die Stärke der Zeichen mittheilen, welche ich vermittelst meines Apparats *) nach den verschiedenen

I 2

*) Ich brauche dazu eine zwölf Fuß lange Angelrute, die in
ein

denen Jahreszeiten und Tagesstunden bey heiterem und umwölkttem Himmel, und in mehr oder weniger dicken Nebeln zu erhalten pflege. Regen, Schnee und Gewitter will ich mit Stillschweigen übergehen, weil dann, besonders bey Gewittern, die Luftelektricität zu veränderlich ist, als dafs man den gewöhnlichen Grad der Stärke derselben auch nur im Allgemeinen bestimmen könnte.

Was zuerst die Elektricität bey heiterm Himmel und im Sommer, da sie schwächer, als sonst das ganze Jahr über, ist, anbetrifft, so ist zu wissen, dafs ich sie niemals, nicht einmal zur Nachtzeit, schwächer als drey Grad nach der Skale meines Elektrometers mit dünnen Strohhalmen gefunden habe; dafs sie bald nach Mittag fünf bis sechs Grad stark zu seyn pflegt, und dafs sie mit Anfang der Nacht nach Verhältnifs des Thaues auf acht Grad und wohl noch mehr wächst.

Bey umzogenem Himmel habe ich zuweilen, wenn sich auch kein Gewitter sehen liefs, stärkere Zeichen von Elektricität gehabt; doch gewöhnlich waren sie viel schwächer, als bey heiterem Himmel, so dafs ich zuweilen bey sehr trübem Wetter zum Kondensator meine Zuflucht nehmen mußte. Indessen ist dieser Fall sehr selten, dauert immer nur eine sehr kurze Zeit, und tritt meistens nur dann ein, wenn die Luftelektricität vom Positiven in das Negative, oder umgekehrt vom Negativen in das Positive übergeht, und dieß geschieht alsdann, wenn der Regen fallen will und schon anfängt, oder wenn es zu regnen aufhört.

Im

ein fünf bis sechs Fufs hohes Fufsstück paßt. Den Apparat bringe ich im zweyten Stockwerke an einem Fenster an, welches in einen Garten geht.

Im Winter habe ich bey heiterem Himmel, besonders während des Frostes, mit meinem Apparate immer weit stärkere Zeichen, gewöhnlich von zehn bis zwanzig Grad, selten unter acht Grad, in den der Lufterlektricität nicht sehr günstigen Stunden der späten Nacht und gegen Anbruch des Tages erhalten. Bey umwölkttem Himmel waren sie zwar oftmals schwächer, jedoch niemals in dem Grade, wie im Sommer, ausgenommen unmittelbar vor dem Regen, oder wenn es zu regnen anfang, da ich sie gleichfalls verschwinden, und der entgegengesetzten Elektricität, d. i. der negativen, welche den Regen gewöhnlich begleitet, Platz machen sahe.

Noch muß ich von den Nebeln sprechen. Bey diesen habe ich immer eine außerordentlich starke Elektricität bemerkt. Sie war desto stärker, je dichter die Nebel waren, besonders aber alsdann stark, wenn es sehr kalt war und fror, und am allerstärksten, wenn der Nebel einen Geruch hatte. Die Grade anlangend, auf die das Elektrometer stieg, ist zu wissen, daß das empfindlichste mit dünnen Strohhalmen hier gar nicht gebraucht werden konnte, weil die Elektricität die Grenzen der Skale desselben überstieg; ich mußte mich daher an das andere mit den schwerern Pendeln halten, wiewohl auch dieses in einigen Fällen nicht zureichte, wo ich denn vom Quadrantenelektrometer Gebrauch machen mußte. Kurz, mein Apparat zeigte bey einigen Nebeln eine Elektricität von sechzig und mehr Grad; gewöhnlich aber hielt sie sich zwischen dreißig und vierzig Grad.

Es ist wohl überflüssig, zu erinnern, daß, wenn ich den Versuch in einer größern Höhe, z. B. am Fenster eines Thurms, anstellte, und anstatt der gewöhnlichen zwölf Fuß langen Angelruthe eine längere Stange

von achtzehn bis zwanzig Fufs brauchte, die Zeichen der Lufterlektricität immer weit stärker waren. Weil indessen der Apparat in diesem Falle etwas unbehülflich wird, so begnüge ich mich bey den täglichen Beobachtungen mit der kleinern und leichtern Angelruth, und stelle sie der Vergleichung halber immer an dem gewöhnlichen Fenster an. Bey andern auſſerordentlichen Beobachtungen, wenn ich z. B. die Lufterlektricität in einer gröſſern Entfernung von den Mauern oder in einer gröſſern Höhe unterſuchen will, trage ich den Apparat mitten in einen Garten, auf ein von Bäumen entblößtes Feld, auf eine offene Terraffe, und errichte daſelbſt ſenkrecht, was, wie die Figur zeigt, leicht geſchehen kann, die gewöhnliche Angelruth oder eine andere höhere Stange, die von demſelben Stativ getragen wird. Auf dieſe Weiſe bekomme ich nach Verhältniß ſtärkere Zeichen: d. h. wenn ich den Verſuch mitten im Garten anſtelle, ſo ſind die Zeichen der Lufterlektricität beynahe ſo, wie auſſerhalb des Fenſters, das vom zweyten Stockwerk in den Garten geht; allein auf freyem Felde ſteigen ſie bey heiterem Himmel, ſelbſt im Sommer, auf zehn, zwölf, funfzehn Grad, und auf einer Terraffe, wenn ſie nur etwas hoch und umher frey iſt, auf zwanzig, dreyſig und noch mehr Grad. Iſt ein dicker Nebel da, ſo bekomme ich funfzig, achtzig, ja hundert Grad; eine Elektricität, welche in Funken ausbricht, eine Flaſche laden kann, dann Erſchütterungen erregt u. ſ. w.

Da die Elektricität im Apparate, wenn ſie durch Berührung vernichtet worden, zwar in kurzer Zeit ſich wieder herſtellt, aber doch nicht ſogleich den vorigen Grad wieder erreicht, ſo werden Sie wiſſen wollen, wie viel Zeit verflieſt, ehe ihr Maximum eintritt. Beym kleinen Taſchenapparate geſchieht dieſs, wie wir geſehen haben, in wenig Sekunden; allein bey dieſem Lei-

Leiter, dessen Kapazität weit gröfser ist, ist dazu eine Minute, und bey einer sehr schwachen Elektricität noch mehr Zeit nöthig. In wie viel Zeit wird sich aber eine Leidner Flasche fast eben so stark laden lassen? Gewöhnlich vergehen darüber, wenn die Flasche nur zehn bis zwölf Quadratzoll Belegung hat, sechs bis acht Minuten; hat sie aber einen halben Quadratfuß Belegung, zwanzig, ja dreyßig.

Dies Resultat meiner Beobachtungen kann hinreichen, um Ihnen eine Idee von der Vortrefflichkeit dieses Apparates zu geben. Scheint es Ihnen vielleicht, daß ich die Vorzüge desselben übertreibe? So zeigen Sie mir unter denen, die bisher gebraucht worden sind, einen, welcher eben so viel leistet, und dann mögen Sie sagen, daß ich den meinigen über Verdienst angepriesen habe. Vielleicht könnte man mir, zwar nicht die Franklinischen Leiter, die meinem Apparate offenbar nachstehen, aber doch die elektrischen Drachen entgegensetzen. Allein wer da weiß, daß dieselben nicht immer anwendbar sind, daß ihr Gebrauch, besonders wenn man sich ihrer in dieser Absicht bedient, mit nicht geringen Schwierigkeiten verknüpft ist, und daß sie ihrer großen Unbeständigkeit wegen die Grade der Luftelektricität nicht genau angeben können, der wird die Vorzüglichkeit meines Apparats sehr gern einräumen; einer Vorrichtung, die weit einfacher, und überall und zu jeder Zeit bequem und leicht zu gebrauchen ist, und die, was die Hauptsache ist, den eigentlichen Grad der Elektricität der Luftschicht, welche die Spitze des Leiters umgibt, auf das genaueste und zuverlässigste anzeigt.

Doch genug davon! Ich bin u. s. w.

Vierter Brief. *)

Das Phänomen der Flamme, daß sie die Elektricität der Luft, diese mag nun voller Dünste oder trocken seyn, mit einer Leichtigkeit und Schnelligkeit, die ihres Gleichen nicht hat, aufnimmt und fort-leitet,

*) Als die drey ersten Briefe bereits gedruckt waren, las ich in einer englischen periodischen Schrift (Monthly Review), daß Herr BENNET, um stärkere Zeichen der Luftelektricität zu bekommen, den atmosphärischen Leiter mit einem brennenden Lichte, oder noch besser mit einer kleinen Laterne versehe. Es wird daselbst gemeldet, er habe eine Abhandlung hierüber der königlichen Londner Societät vorgelegt, worin ein Tagebuch von Beobachtungen, die von ihm mit einem solchen Apparate einige Monate hinter einander angestellt worden, enthalten sey. Dieser treffliche Elektriker ist zu dieser Anwendung der Flamme gewiß durch die Beobachtung veranlaßt worden, daß, wenn er sein höchst empfindliches Elektroskop (von dem ich zu Anfange des zweyten Briefes †) gesprochen habe) mit einem brennenden Lichte versehe, dasselbe die Elektricität viel besser, als mit der bloßen Metallspitze, überkam; eine Erfahrung, die nebst vielen andern Herr ADAMS in der neuen Ausgabe seines von mir ebendasselbst schon angezogenen Essay on Electricity bekannt gemacht hat.

Da in diesem gegen das Ende des Jahres 1787 gedruckten Werke dieser wichtigen Anwendung der Flamme zur vortheilhaften Untersuchung der atmosphärischen Elektricität nicht gedacht wird, so hat man allen Grund zu glauben, daß Herr BENNET erst zu Ende dieses Jahres, oder noch später, im jetzt laufenden (1788), darauf gefallen ist, die Flamme zu diesem Endzwecke zu benutzen. Wenigstens ist das

†) Siehe oben S. 62. *)

leitet, muß nothwendig befremdend vorkommen, und ich gestehe, daß ich selbst nicht so viel erwartete, als ich

I 5

darauf

das Englische Journal, das davon spricht, vom letzt verwichenen Mai oder Junius, und es spricht davon, wie von einer ganz neuen Sache. Hingegen das Datum meiner drey ersten Briefe ist vom Monat Julius des verflossenen Jahres (1787), und des vierten, fünften und sechsten vom nächst darauf folgenden August; jene sowohl als diese habe ich einen nach dem andern an Herrn LICHTENBERG geschickt, und wenig Wochen darauf auch den Herrn DE SAUSSURE und PICTET und andern Freunden bey Gelegenheit einer Reise nach dem Genfer See, die ich im September machte, mitgetheilt. Man begreift leicht, daß die Epoche meiner ersten Versuche der Art älter, als das Datum dieser Briefe, seyn muß. Will man wissen, um wie viel sie älter ist, so erinnere ich, daß die Versuche mit dem Anfange des Jahres 1787 begonnen haben; schon damals fiel ich darauf, oben an der Spitze des portativen atmosphärischen Elektroskops Anfangs ein kleines Kunstfeuer, dann ein kleines Licht oder einen Schwefelfaden, und zuletzt die kleine Laterne anzubringen. Weil diese Versuche so glücklich ausschlugen, als ich gezeigt habe, so meldete ich ihren Erfolg bald darauf, d. i. vor dem Ende des verflossenen Winters dem schon gedachten Herrn DE SAUSSURE, den Herrn LANDRIANI, MOSCATI, van MARUM und andern meiner Freunde und Korrespondenten, denen ich kürzlich eben das überschrieb, was ich Herrn LICHTENBERG in diesen Briefen umständlich berichte.

Ich habe alles diess bekannt machen wollen, nicht um mich der Priorität einer Entdeckung zu rühmen, an deren Urheber in Rücksicht der Fortschritte der elektrischen Meteorologie gewiß wenig liegt, sondern um mich gegen den Vorwurf eines Plagiats zu sichern; eine Beschuldigung, die eben so wenig Herrn BENNET treffen kann, der, ohne von meinen Versuchen etwas zu wissen, den seinigen zu Folge dieselbe Entdeckung gemacht hat. Wer übrigens auch von uns beyden auf diese Entdeckung zuerst gekommen seyn mag (denn der obgedachten Gründe ungeachtet wage ich es nicht, diess von mir mit völliger Zuversicht zu behaupten),

so

darauf fiel, die Flamme zu dieser Absicht zu benutzen. So sehr nun der Erfolg meine Erwartungen übertraf, eben so sehr wurde ich gereizt, auf die Untersuchung dieses Phänomens allen Fleiß zu verwenden; und es dauerte nicht lange, so entdeckte ich den Grund und die ganze Natur desselben, wie Sie aus diesem Briefe ersehen werden. Doch vorher erlauben Sie mir, daß ich Ihnen einen Gedanken mittheile: er betrifft einen Versuch, von welchem ich Ihnen schon jetzt, ehe ich denselben noch anstelle, schreiben will.

Da die Flamme und der Kondensator so außerordentlich viel dazu beytragen, die zerstreute Elektricität zu sammeln, und die ganz unmerkliche in hohem Grade merklich zu machen, so gedenke ich die Dünste von kochendem sowohl als von nicht kochendem Wasser, die ich in einen großen und hohen Saal auf die schicklichste Weise leiten und daselbst anhäufen werde, so wie auch andere Arten von Dunst und Rauch, welche ich daselbst in größerer oder geringerer Menge werde aufsteigen lassen, mit diesen Hülfsmitteln zu untersuchen. Wer weiß, ob ich dann nicht vermittelst des Elektroskops, wenn ich es mit dem Leiter und dem brennenden Lichte oder Schwefelfaden versehen nach der Decke des Saales zu in die Höhe hebe, und zugleich, wie bey der Untersuchung der auf jede andere Art unmerklichen Lustelektricität, von der Leidner Flasche und dem Kondensator Gebrauch mache, aus diesen Dünsten, die oben sich zu verdichten anfangen, einige Zeichen von Elektricität erhalte? Glückt mir dieß, so zweifle ich nicht, daß auch diese Elektricität positiv

so ist doch jeder berechtigt, da keiner die Sache von dem andern erfahren hat und hat erfahren können, sich die Entdeckung zuzueignen.

positiv seyn wird, wie sie nach meiner Theorie seyn muß, und wie die Elektricität der freyen mit Dünsten mehr oder weniger beladenen Luft, des Nebels, des Thaues wirklich ist.

Ein Versuch der Art würde meine Theorie über den Ursprung der positiven Luftelektricität außer allen Zweifel setzen. Wie Sie wissen, leite ich dieselbe von den Dünsten her, welche mit elektrischer Materie, die der Erde entzogen worden, bereichert aufsteigen. Der Grund dieser Theorie ist die schon zu Anfange des Jahres 1782 von mir gemachte Entdeckung, daß sich in dem isolirten Apparate, wo man durch Kochen, oder durch Aufbrausen, oder auch durch bloßes Verbrennen Dämpfe in Menge aufsteigen läßt, immer negative Elektricität zeigt *).

So

*) Diese Entdeckung habe ich in einem Anhang zu meiner Abhandlung über den Kondensator, welche 1782 in die Londoner Transactionen eingerückt ward, und späterhin auch in ROZIER's Journal der Physik (Aug. 1783.) und in den Opuscoli scelti di Milano (Tom. VII. p. III. 1784.) erschien, bekannt gemacht. Ich erzähle daselbst den Versuch, worauf sich dieselbe gründet, und ziehe daraus folgenden Schluss. „Wenn“, sage ich, „die Körper, indem sie sich in Dämpfen oder in eine elastische Flüssigkeit auflösen, mit elektrischem Feuer auf Kosten anderer Körper angeschwängert werden, und diese folglich negativ elektrisiren, werden dann die Dämpfe, wenn sie sich hierauf wieder verdichten, nicht diese Elektricität wieder fahren lassen, folglich Zeichen von positiver Elektricität äußern? Dieser Umstand verdient ganz vorzüglich untersucht zu werden. Versuche hierüber lassen sich auf mancherlei Art anstellen, und ich gedenke selbst Hand ans Werk zu legen, so bald ich Zeit und Gelegenheit dazu haben werde.“

In der That habe ich bald darauf verschiedene Versuche angestellt, allein eine geraume Zeit lang und bis zu Anfange des

So ein Versuch, wodurch in der mit Dünsten künstlich angeschwängerten Luft eine positive Elektricität entdeckt wird, fehlt mir also noch; wiewohl auch ohne

des jetzt laufenden Jahres (1788) immer vergeblich. Eben so wenig hat Herr DE SAUSSURE ein in derselben Absicht, aber in Kleinem angestellter Versuch gelingen wollen, welchen er im achtundzwanzigten Kapitel seiner Reisen durch die Alpen anführt. Er schlägt daher den Naturforschern vor, denselben in Großem zu wiederholen. „So könnte man sehen“, sagt er, „ob die Dünste, nachdem sie das elektrische Feuer der Erde entrißen, dasselbe nicht in der That in den höhern Gegenden der Atmosphäre ahlegen und daselbst anhäufen.“ (III. Th. S. 193. der deutsch. Uebersf.)

„In der That“, fährt er fort, „kömmt es mir unmöglich vor, einen andern Grund von der, beständig in der Luft herrschenden, positiven Elektricität ausfindig zu machen. Die erstaunlich große Menge dieser Flüssigkeit, die beständig aus der höhern Atmosphäre hinabsteigt, und durch die Luft hindringt, um bis ins Innere der Erde zu gelangen, muß nothwendiger Weise auf irgend eine Art wieder aus der Erde hinaufsteigen, weil sonst endlich entweder die Luft dieselbe verlieren, oder die Erde sich gänzlich damit sättigen würde. Und die beständige Circulation dieser Flüssigkeit, die durch den Dienst der Dünste stets unterhalten wird, ist eine sehr bewundernswürdige und auffallende Sache: sie steigt unsichtbar und unwürksam, in diese Dünste eingehüllt, empor; entwickelt aber nachher ihre Kraft, wenn diese Dünste ihre Gestalt verändert haben, und kömmt dann würksam, und durch ihre durchdringende und ausdehnende Kraft belebt, wieder von oben herab: die Gipfel der Bäume, die Spitzen der Blätter, die Bärte der Aehren strecken sich ihr entgegen, ziehen sie an, und zwingen sie gleichsam, durch die Gewächse zu fließen, die sie ohne Zweifel belebt, und in denen sie vielleicht durch ihre Entwicklung die würksamsten und schmackhaftesten Bestandtheile hervorbringt u. s. w.“ Herr DE SAUSSURE spricht hierauf vom Einflusse, welchen diese sanfte Circulation der elektrischen Flüssigkeit auch auf die thierische Oekonomie haben kann und wahrscheinlich hat. Doch ich wende mich wieder

ohne denselben schon die Beobachtungen über die Elektricität, welche beständig in der mit Dünsten von Natur angeschwängerten Atmosphäre, vorzüglich aber zu der

wieder zu den Versuchen, die ich zuerst angestellt habe, um auf eine in die Sinne fallende Art darzuthun, daß die Dünste, wenn sie sich verdichten, oder ihre Gestalt verändern, die elektrische Flüssigkeit, womit sie während ihrer Entstehung angeschwängert worden sind, wieder fahren lassen, folglich eine positive Elektricität hervorbringen müssen.

Glücklicher, als ich, Herr DE SAUSSURE und andere Naturforscher, ist vor kurzem Herr BENNET gewesen, als er sich seines höchst empfindlichen Elektroskops, von welchem ich schon mehr als einmal zu reden Gelegenheit gehabt habe, bediente. Der Versuch, welchen Herr ADAMS in der neuen Ausgabe seines Essay on Electricity, die bereits zu Anfange des zweyten Briefs angezogen worden, nebst vielen andern anführt, ist höchst einfach. An der Kappe des Elektroskops brachte Herr BENNET einen grossen papiernen Trichter an, in welchen er die Dämpfe von etwas Wasser, womit er eine oder ein paar glühende Kohlen besprengte, aufsteigen liess. Die im Trichter angehäuften und verdichteten Dämpfe erzeugten daselbst eine positive Elektricität, welche das im höchsten Grade empfindliche Elektroskop zu erkennen gab.

Ich muß hier erinnern, daß dieser Versuch, wie es scheint, nicht vor dem Sommer des Jahres 1787, da ich diesen Brief schrieb, angestellt worden ist; wenigstens ist er damals noch nicht öffentlich bekannt gewesen. Ich hatte daher guten Grund zu sagen, daß es meinem Systeme über die atmosphärische Elektricität immer noch an dem directen und bindenden Versuche fehlte, der mir gleichsam das Experimentum crucis zu seyn schien, und den ich so gern angestellt hätte. Herr BENNET hat nun diese Lücke ausgefüllt, wiewohl sein Versuch nicht so sprechend ist, das, was in der Atmosphäre vorgeht, nicht so deutlich darstellt, als man erwarten könnte, wenn man, wie ich in diesem Briefe vorgeschlagen habe, die Luft eines ganzen Zimmers mit Dämpfen anschwängerte, und sodann die Elektricität derselben (die nach meinen Begriffen hätte ent-

der Zeit und in der Region des Luftkreises herrscht, da sich die Dünste am stärksten verdichten, und welche, wenn sie nicht Zufälle von anderer Art, von denen ich anderswo zu reden Gelegenheit haben werde, stören und umkehren, immer von einerley Art, d. h. positiv ist, meine Theorie hinlänglich darzuthun scheinen, die auch bereits berühmte Naturforscher angenommen haben, unter denen ich nur die Herren TIBERIUS CAVALLLO und DE SAUSSURE nennen will. *)

Um

entstehen müssen) mittelst des mit der Flamme versehenen atmosphärischen Elektrometers, und, falls sie zu schwach seyn sollte, ausserdem noch mit Beyhülfe der Leidner Flasche und des Kondensators untersucht.

- *) Die in der vorigen Anmerkung angezogene Stelle des letztern zeigt es deutlich genug. Doch will ich noch einige andere Stellen anführen, wo er sich zu Gunsten meiner Theorie noch deutlicher erklärt. Zu Ende des siebenundzwanzigsten Kapitels, wo er die auf dem Gipfel eines hohen Berges angestellten Beobachtungen über die Luftelektricität, die er immer positiv fand, mittheilt, fügt er hinzu: „P. BECCARIA hatte diese grosse Erscheinung schon in seiner schönen Abhandlung über die Elektricität, die bey heiterer Witterung herrscht (Della elettricità terrestre atmosferica a Ciel sereno, Osservazioni di G. BECCARIA, Torino. 1775. 4.) festgesetzt; es war aber dem Herrn VOLTA aufbehalten, davon eine überzeugende Erklärung ausfindig zu machen. — — Dieser Naturforscher hat gezeigt, dass die elektrische Flüssigkeit mit zu der Bildung der Dünste gehört, und dass also, wenn die gegenwärtige Wärme der Sonne, oder die, welche dieselbe seit einer Zeit lang in unserer Erde zusammengehäuft, das auf der Oberfläche der Erde ausgebreitete Wasser in Dünste auflöst, diese Dünste dann eine gewisse Quantität von elektrischer Flüssigkeit mit sich wegführen, wenn sie sich aber nachher in die obern Gegenden des Dunstkreises erheben, daselbst eine Kälte finden, die sie verdichtet, und dass denn zumal die mit ihnen verbundene elektrische Flüssigkeit wieder frey wird, und sich in diesen hohen Luftschichten anhäuft, bis dass die Regen, die Ungewitter oder die

Um den Versuch, den ich im Sinne habe, anzustellen, warte ich auf eine günstigere Jahreszeit, denn im Sommer scheint mir keine so schnelle Verdichtung der Dünste

„die Leiter ihr wieder Wege bahnen, nach der Erde, von welcher sie ihren ersten Ursprung hatte, zurückzukehren.“ (Th. III. S. 223. f.)

Im achtundzwanzigsten Kapitel, wo er diesen Gegenstand ausführlicher behandelt, nimmt er, nachdem er einige Versuche, die den meinigen zu widersprechen scheinen, angeführt, und den Grund dieser Anomalien aufgefunden hat, zuletzt mit mir an, daß durch das bloße Verdünsten in den Körpern, von welchen sich die Dünste erheben, immer negative Elektricität erzeugt wird, und erinnert von neuem, daß von der elektrischen Flüssigkeit, welche die von der Erde aufsteigenden Dünste mit sich fortreißen, und hierauf in den obern Luftregionen als überflüssig wieder fahren lassen, die dort herrschende atmosphärische Elektricität hergeleitet werden muß. Hierauf setzt er hinzu: „Es scheint also unmöglich zu seyn, mit Herrn VOLTA nicht glauben zu wollen, daß die atmosphärische Elektricität ihrer eigentlichen Natur nach positiv sey, und daß diejenige, die man bey gewissen Regen und zuweilen bey Donnerwettern negativ findet, nur von den Wolken herkomme, die dem Drucke der elektrischen Flüssigkeit, welche in den höhern Gegenständen des Dunstkreises, oder in höhern Wolken enthalten ist, ausgesetzt gewesen, und dem zu Folge einen Theil ihrer Flüssigkeit gegen die Erde oder gegen andre Wolken ausgeleert haben, und auf diese Weise durch die Wirkung einer ursprünglich positiven Elektricität negativ geworden sind; eben so wie das Elektrometer, wenn man dasselbe in dem Augenblicke, da es durch die Luft in der positiven Elektricität erhalten wird, berührt, dadurch eine negative und dauernde annimmt.“ (Th. III. S. 262. f.) So habe ich die Sache in einem Anhange zu meiner Abhandlung über den Kondensator wirklich erklärt; eine Erklärung, die noch zu unbestimmt und mangelhaft ist, allein durch viele neue, in den folgenden Briefen aufgezeichnete Beobachtungen mehr Licht gewinnen und auch weiter ausgedehnt werden wird.

Dünfte im Saale möglich zu seyn, als vielleicht nöthig ist, wenn der Versuch gelingen soll. Ich verschiebe ihn daher, bis kalte und trockne Witterung eintritt, die demselben meines Erachtens günstiger seyn muß *).
Ich

*) Ich kann nicht umhin, den Leser zu benachrichtigen, (so wie ich es auch bereits in spätern Briefen Herrn LICHTENBERG, und Herrn DE SAUSSURE gemeldet habe,) daß mir der gedachte Versuch einige Monate darauf, d. i. im Winter des jetzt laufenden Jahres (1788), vollkommen gelungen ist.

Ich habe mich dazu des Apparats mit der Laterne, der zu Ende des vorigen Briefes beschrieben worden, bedient, und den Versuch mehr als einmal mit dem besten Erfolge angestellt. Die lange Angelruthe mit der Laterne, wo ein Licht brannte, brachte ich in den zum Versuche bestimmten Saal durch eine halb offene Thüre so weit und unter einer solchen Neigung, daß sich die Laterne ungefähr im Mittelpunkte des Saales, doch näher bey der Decke, als beym Fußboden, befand. Unten auf den Boden setzte ich einen Kessel mit Wasser, das bald siedend heiß, bald nur sechzig, funfzig, und noch weniger Grad warm war, und begab mich dann in das anstossende Zimmer, wo sich bey der halb offenen Thüre das Tischchen mit den andern Stücken des Apparats befand, um daselbst die Beobachtung mit Hülfe der gewöhnlichen kleinen Leidner Flasche und des mit dem Elektrometer verbundenen Kondensators anzustellen, wie ich in den vorigen Briefen ausführlich erklärt habe.

Wenn nun alles in der gehörigen Ordnung, und besonders die Isolirung vollkommen war, so brauchte ich nur mit der Flasche die Ruthe, oder noch besser den Eisendraht, der damit verbunden ist, ungefähr eine Viertelstunde, ja zuweilen nur fünf bis sechs Minuten lang zu berühren, um sie so stark zu laden, daß ich mit Beyhülfe des Kondensators sehr merkliche Zeichen von Elektrizität, und zwar von positiver Elektrizität erhielt, wie ich meinem System zu Folge erwartet hatte.

Daß die Dämpfe, die sich von dem Wasser erhoben, aber nicht das Licht in der Laterne, oder das Reiben der erwärmten und in Zug gerathenen Luft an den Wänden der Laterne,

Ich komme nun zur versprochenen Erklärung.
Zuvörderst will ich die Flamme und die metallenen Spi-

ne, oder irgend eine andere Ursache, die von mir beobachtete Elektricität erzeugten, davon überzeuge ich mich leicht, als ich den Versuch verschiedene Mahle, ohne Dämpfe aufsteigen zu lassen, d. i. ohne den Kessel mit warmen Wasser zu brauchen, wiederholte. In diesem Falle bemerkte ich niemals Spuren von Elektricität, ich mochte übrigens auch noch so sorgfältig verfahren. Inzwischen muß man dabey sehr aufmerksam seyn, wenn man sich nicht irren will; denn nicht selten geschieht es, daß ein kleiner Ueberrest von Elektricität in der Luft des Zimmers, wo man den Versuch anstellt, der auf irgend eine Weise von den vorigen Versuchen zurück geblieben ist, Zeichen von Elektricität, wenn man keine erwartet, hervorbringt.

Bis jetzt, da diese Versuche von mir nur in Zimmern von mäßiger Gröſſe angestellt worden sind, habe ich nie unmittelbar aus dem Leiter, d. i. wenn ich mit demselben das empfindlichste meiner Elektrometer (mit dem weit empfindlicheren Bennetischen würde es wahrscheinlich gelingen) unmittelbar in Berührung brachte, Zeichen von Elektricität erhalten können; ich habe immer zum Kondensator meine Zuflucht nehmen müssen, und selbst durch Beyhülfe dieses Instruments und bey aller Aufmerksamkeit habe ich niemals mehr als fünf, sechs, höchstens acht Grad Elektricität, d. i. eine Divergenz der Pendel von drei bis vier Linien bemerkt. Allein dieß ist zu meiner Absicht genug. Auch bekomme ich ja nicht viel mehr, wenn ich mit demselben Apparate die atmosphärische Elektricität mitten auf einer Straſſe, in einem engen Hofe, kurz zwischen Häusern oder Mauern untersuche, gesetzt auch, daß ich die Leidner Flasche und den Kondensator auf dieselbe Weise brauche; in dergleichen Fällen bekomme ich sehr selten aller Beyhülfe der Flamme ungeachtet Zeichen von Elektricität, wenn ich nicht zugleich zum Kondensator meine Zuflucht nehme. Wenn also die Mauern die Elektricität der Luft, die sie auf den Seiten einschließen, so sehr zerstreuen, obgleich nach oben zu eine Oeffnung ist, was laßt sich dann wohl von einem überall verschlossenen Zimmer erwarten? Es ist gewiß sehr viel, daß

K

die

Spitzen in Rückficht ihres Vermögens, die Elektricität nicht nur der Luft, sondern überhaupt allen andern Kör-

die daselbst erregte Elektricität nicht sogleich wieder verschwindet; um so mehr, da die mit wässrigen Dünsten überflüssig angefüllte Luft, wenn auch nicht ein wahrer Leiter, doch wenigstens ihrer Kraft zu isoliren grösstentheils beraubt wird.

Aus dieser letzten Ursache gelingt der Versuch weit besser, wenn man andere minder feuchte Dämpfe aufsteigen läßt, dergleichen die sind, welche glühende Kohlen von sich geben. Ich setze auf den Fußboden des Saals anstatt des Wasserkessels ein Kohlenbecken mit einigen glühenden Kohlen, die mit andern nicht glühenden bedeckt sind. Die langsame Verzehrung derselben, besonders wenn sie ohne Flamme und ohne Rauch geschieht, erzeugt sehr bald in der obern Luftschicht dieselbe positive Elektricität, die daselbst durch die Wasserdämpfe hervorgebracht wird. Weil nun diese Elektricität in die Mauern und die Decke der trocknen Beschaffenheit der Luft wegen langsamer übergeht, so bekomme ich weit stärkere Zeichen, so daß ich nicht einmal genöthigt bin, vom Kondensator Gebrauch zu machen; denn wenn ich nur mein empfindliches Elektrometer an den leitenden Draht der in den Saal geführten und mit der Laterne versehenen Angelruthe halte, oder dasselbe nebst dem metallenen Leiter und dem brennenden Schwefelfaden daselbst mit der Hand in die Höhe hebe, so erhalte ich unmittelbar einen, zwey, ja wohl gar drey Grad Elektricität.

Diese Elektricität ist demnach wenig oder garnicht schwächer, als diejenige, welche in gleicher Höhe über der Erde, d. i. sechs bis sieben Fuß hoch, auf freyem Felde bey heiterem Himmel oftmals bemerkt wird; auch ist sie, wie wir gesehen haben, von derselben Art, d. h. immer positiv. Wer wird nun nach dergleichen Versuchen, wo die Natur so vollkommen nachgeahmt wird, noch zweifeln, daß auch die natürliche Luftelektricität von derselben Quelle herrührt, durch einerley Ursache, durch aufsteigende Dünste erzeugt wird? Wer wird wohl noch andere Ursachen aufsuchen wollen, da die von uns angeführte und durch Versuche aller Art begründete vollkommen hinreicht?

Wie diese atmosphärische Elektricität, die bey heiterem Him-

Körpern, und besonders den Nichtleitern zu entziehen, mit einander vergleichen.

Man hat die Kraft der Spitzen so sehr gerühmt, und die Naturforscher haben auf die Erklärung derselben so viel Fleiß und Scharffinn verwendet (wiewohl immer umsonst, so lange man noch keinen richtigen und deutlichen Begriff von den elektrischen Atmosphären, der vorzüglichsten Ursache jener Kraft, hatte), daß darüber die Leitungsfähigkeit der Flamme, welche die ersten Elektriker ziemlich stark gefunden hatten, fast ganz vergessen und vernachlässigt worden ist. Späterhin betrachtete man gewöhnlich die Flamme nur in Rücksicht ihres Vermögens, die Elektricität zu zerstreuen, und selten oder gar nicht, wiefern sie die Elektricität sammeln kann; eine Eigenschaft, die sie doch, und nach ihr der Rauch in dem höchsten Grade besitzen. Die in den vorigen Briefen angeführten Versuche, die natürliche Elektricität der Atmosphäre zu sammeln, beweisen dieß schon auf das augenscheinlichste. Nichtsdestoweniger habe ich, um allen Forderungen Gnüge zu leisten, die Sache näher untersuchen, und dabey auch die künstliche Elektricität zu Rathe ziehen, kurz, was geschieht und wie es geschieht, handgreiflich machen wollen.

K 2

Man

Himmel immer schwach, in Nebeln aber etwas stärker ist, in Wolken, besonders in Gewitterwolken einen so hohen Grad von Stärke erreicht, und Blitz, Donner u. s. w. mit sich bringt, und wie sie sich oft in die entgegengesetzte Art umwandelt, oder negativ wird, liesse sich leicht erklären, wenn hier der Ort dazu wäre. Ich habe davon im schon angeführten Anhang zu meiner Abhandlung über den Kondensator beyläufig gehandelt, wo meine ersten Ideen über den Ursprung und die Veränderungen der atmosphärischen Elektricität, die ich in den folgenden Briefen noch besser zu entwickeln Gelegenheit haben werde, kürzlich angeführt worden sind.

Man sieht leicht ein, daß zu diesen Untersuchungen und zu der Vergleichung, welche ich anstellen wollte, keine starke Elektricität dienlich war, und daß ich mich mit einer ziemlich schwachen begnügen mußte. In der That fand ich, daß bey einem hohen Grade der Elektricität eine feine und weit hervorragende Spitze dieselbe fast eben so, wie die Flamme, und beynahe in derselben Entfernung aufnimmt und zerstreut; in der Entfernung nämlich, in welcher ein gewisser Wind oder Luftzug, der unter dem Namen des elektrischen Windes bekannt ist, entsteht.

Auch begreift man leicht, daß dieser Wind, der, wie man nun weiß, ein wahrer Luftzug ist, den Uebergang der Elektricität gar sehr begünstigt, welcher sonst bey weitem nicht so gut von Statten gehen würde, weil die in die elektrische Atmosphäre eingetauchte Spitze nur eine kleine Anzahl von Lufttheilchen berührt, die eine zum Entladen hinlänglich starke Elektricität besitzen. Gesetzt nun auch, daß diese Lufttheilchen ihre Elektricität der Spitze ganz abgäben (eine Voraussetzung, die aber nichts weniger als statthaft ist, da die isolirende Natur der Luft die Theilchen hindert, alle Elektricität fahren zu lassen), so würde doch bey dem allen, falls die Luft ruhig bliebe, keine merkliche Elektricität in dem Leiter, dem die Spitze gehört, entstehen können, derselbe möchte auch noch so viel Kapacität besitzen; denn was sind in Vergleichung mit ihm einige wenige Lufttheilchen? Denken wir uns hingegen die Ruhe der Luft weg, und in derselben eine Strömung, so daß die Lufttheilchen, die schon mit der Spitze in Berührung gewesen, und ihrer Elektricität, wo nicht ganz, doch grossentheils beraubt worden sind, andern Theilchen, welche noch ihre Elektricität besitzen, und welche die Spitze noch nicht be-
rührt

rührt hat, ausweichen: so sehen wir leicht ein, daß die unendliche Menge dieser Lufttheilchen, die, eines nach dem andern, ihre Elektricität der Spitze auch nur von einer Seite abgeben, in kurzer Zeit eine beträchtliche Menge elektrischer Flüssigkeit in dem mit dieser Spitze bewaffneten Leiter anhäufen muß. Dasselbe gilt von den Lufttheilchen, die einen Körper, aus welchem die Elektricität ausströmt, berühren: der Luftzug oder der elektrische Wind, der bey einer solchen Spitze entsteht, begünstigt und befördert diese Ausströmung und Zerstreung der Elektricität außerordentlich, eben so wie er die Einsaugung derselben, welche, wie wir so eben gesehen haben, die der elektrischen Atmosphäre dargestellte Spitze bewirkt, befördert und begünstigt.

Wir haben bisher eine positive Elektricität vorausgesetzt; allein man begreift leicht, daß der elektrische Wind und folglich der fortdauernde Uebergang der elektrischen Flüssigkeit bey einer negativen Elektricität gleichfalls Statt finden müssen, wenn man bedenkt, daß jener Wind ein Spiel, oder vielmehr eine nothwendige Wirkung der elektrischen Attraction und Repulsion ist, welche Kräfte bekanntlich bey der einen Art der Elektricität so gut, wie bey der andern, thätig sind.

Ueberlegt man dieß, und nimmt man noch hinzu, daß die Flamme, wie überhaupt jeder sehr erhitzte Körper, besonders wenn er glüht, ein vortrefflicher Leiter ist, so begreift man leicht, daß sie die Elektricität der Luft und jedem andern elektrischen Körper eben so gut, ja noch weit besser, als die feinste metallene Spitze, rauben muß. Man darf nur bedenken, daß die Flamme in der Luft eine stärkere und anhaltendere Strömung erzeugt, als durch die bloße Elektri-

cität bey einer Spitze hervorgebracht werden kann. Außerdem ist nicht nur der Körper der Flamme selbst leitend, sondern es verursacht auch die lebhafteste Hitze derselben, daß die Luft, so wie sie die Flamme berührt, leitend wird, wenigstens nicht mehr so stark, wie vorher, isolirt; so daß die Luft weit mehr im Stande ist, elektrische Materie an die Flamme abzugeben, oder von derselben aufzunehmen, nachdem sie selbst positive oder negative Elektrizität besitzt. Da übrigens der Strom vom Mittelpunkt der Flamme aufwärts gerichtet ist, und die Flamme eine kegelförmige Gestalt annimmt, indeß die von ihr erhitzte und verdünnte Luft aufsteigt, und dafür frische Luft um die Flamme herum und unten her zufließt: so zieht die Flamme die Elektrizität nicht bloß aus der Luftschicht, wo sich ihre Spitze befindet, sondern auch aus einer höhern an, aus derjenigen nemlich, in die mit dem reißenden Strome ihre starke Hitze, wodurch die Luft leitend gemacht wird, steigt.

Von der Flamme wollen wir nun zu den Spitzen zurück gehen. Eine ziemlich starke Elektrizität erzeugt immer den elektrischen Wind, von welchem ich kurz zuvor geredet habe, selbst bey einer stumpfen und wenig hervorstehenden Spitze, die daher immer, mehr oder weniger schnell, die Elektrizität eines Körpers, welchen man ihr in der gehörigen Entfernung entgegenstellt, einsaugt. Allein wenn die Elektrizität schwächer ist, so zeigen sich beyde Phänomene nur bey mehr hervorstehenden und feinern Spitzen, und in einer geringern Entfernung. Ist die Elektrizität außerordentlich schwach, so findet kein elektrischer Wind weiter Statt, und der Uebergang der Elektrizität geschieht nur höchst langsam, die Spitze mag übrigens noch so scharf und hervorragend, und der Raum zwischen derselben
und

und dem elektrisirten Körper noch so klein seyn; besonders wenn dieser Körper nicht unter die Klasse der Leiter gehört. Selbst die Lufttheilchen, welche die Spitze berühren, und mehr, als alle andere, durch diese Berührung sowohl, als durch den Druck der elektrischen Atmosphäre gereizt werden, ihre Elektricität an die Spitze abzugeben, thun dieß nur mit Mühe, und verlieren dieselbe erst nach einer langen Zeit. Es ist dieß eine Folge der Tenacität, womit alle Nichtleiter die wirkliche oder nur vom Druck der Atmosphären abhängende Elektricität zurückhalten, wenn sie zu schwach ist, als daß sie den gedachten Widerstand überwinden, und sich in Freyheit setzen könnte.

Man sieht hieraus, daß die Kraft der Spitzen in vielen Fällen ganz verschwindet, so oft nemlich der elektrische Wind fehlt, weil entweder die Spitze nicht hinlänglich scharf oder hervorragend, oder die Elektricität zu schwach ist. Die Flamme hingegen läßt jede metallene Spitze, sie sey auch noch so scharf und hervorragend, in diesem Stücke weit hinter sich zurück: sie saugt aus der Luft und aus jedem andern mehr oder weniger isolirenden Körper die Elektricität, die keine Spitze würde einsaugen können, reichlich ein, und zwar weil sie immer einen reißenden und großen Luftstrom erregt, und, so lange sie dauert, unterhält, und weil sie die Luft durch ihre starke Hitze leitend macht.

Unter einer großen Menge von Versuchen, die ich angestellt habe, um augenscheinlich darzuthun, daß die Tenacität, womit die Nichtleiter die schwache Elektricität, die sie auf irgend eine Art überkommen haben, hartnäckig zurückhalten, und welche selbst die schärfsten metallenen Spitzen auf keine Weise überwinden können, im Gegentheil von der Flamme so leicht überwunden wird, will ich nur diejenigen anführen,

welche die Sache am deutlichsten zeigen, und welche ein jeder leicht wiederholen kann.

Ueber das Flaschenelektrometer, das blos mit dem spitzigen Leiter versehen ist, halte man in einer Entfernung von einem halben Zoll oder noch näher die harzige Oberfläche eines schwach elektrisirten Elektrophors, wie er z. B. nach einer Ruhe von mehreren Tagen beschaffen ist; so werden die Pendel des Elektrometers zwey, drey, vier Grad aus einander gehen. Man bewege den Elektrophor vorwärts, rückwärts, und im Kreis herum, um der Spitze des Leiters viele Punkte der harzigen Oberfläche entgegen zu stellen; alles dieß wird die Divergenz der Pendel nicht merklich vermehren, noch vermindern, wenn nur die Entfernung immer dieselbe bleibt. Nun nehme man den Elektrophor wieder weg, und man wird die Pendel zusammen fallen, und parallel neben einander hängen sehen.

Hieraus ergibt sich offenbar, daß von der Elektricität des Elektrophors die Spitze nichts überkommen hat, nichts durch dieselbe in den Leiter, dem sie angehört, übergegangen ist, und daß folglich die Pendel des Elektrometers, als die harzige Oberfläche des Elektrophors darüber gehalten wurde, nur durch die Wirkung der elektrischen Atmosphäre, durch keine wirkliche Elektricität, sondern durch eine zufällige, wie ich sie nenne, oder durch bloßen Druck, wie man sich gewöhnlich auszudrücken pflegt, aus einander getrieben worden sind. Wenn man daher, bevor man den Elektrophor wieder wegnimmt, und während daß die Pendel die gedachten zwey, drey, vier Grad divergiren, diese Elektricität durch Berührung vernichtet, so fahren die Pendel nicht wieder aus einander, so lange der Elektrophor in der vorigen Lage, d. i. mit der harzigen Ober-

Oberfläche gegen die metallene Spitze des Elektrometers gerichtet, und in der ersten Entfernung davon bleibt; nimmt man ihn aber hierauf weg, so divergiren die Pendel von neuem, und äussern eine wirkliche und fortdauernde Elektricität, die aber der Elektricität der harzigen Oberfläche, deren Wirkung sie zuvor empfanden, entgegengesetzt ist; lauter Phänomene, welche den Gesetzen der elektrischen Atmosphären entsprechen.

Nun wiederhole man denselben Versuch, nachdem man oben an dem metallenen Leiter des Elektrometers ein Licht oder einen brennenden Schwefelfaden angebracht hat. Nähert man dann dem Elektrometer in derselben, und selbst in einer noch grössern Entfernung die harzige Oberfläche des Elektrophors, so werden sich die Pendel weit mehr, als zwey, drey, vier Grad, wie vorher, öffnen. Zerstört man diese Divergenz durch Berührung, so werden sie, so bald man das Elektrometer zu berühren aufhört, von neuem aus einander fahren; und dies wird öfters geschehen, bis die Harzschicht, die von ihrer Elektricität immer mehr und mehr verliert, derselben grösstentheils beraubt worden ist: ich sage *grösstentheils*, denn um dieselbe *ganz* zu verlieren, müßte die harzige Oberfläche in allen, wenigstens in den meisten Punkten von der Flamme berührt werden. Es ist also offenbar, daß die Flamme diese Elektricität raubt; und dies wird dadurch bestätigt, daß die Divergenz der Pendel des Elektrometers auch nach weggenommenem Elektrophor fort dauert, wenn man nur, bevor man denselben wegnimmt, die Flamme auslöscht, die sonst die Elektricität in kurzer Zeit zerstreuen würde, wie man leicht einsieht, und wie ich in der Folge ausführlicher zeigen werde.

Wenn die Elektricität der resinösen Oberfläche so schwach ist, daß diese, mit der metallenen Spitze in Be-

rührung gebracht, die Strohhalme meines empfindlichsten Elektrometers nur ungefähr Einen Grad aus einander treibt, so geschieht, wenigstens in einigen Augenblicken, kein merklicher Uebergang der Elektricität, der Berührung ungeachtet, und wenn man auch viele Punkte der Harzschicht nach einander an die metallene Spitze hält. Dafs so der Leiter keine wirkliche Elektricität überkommt, erhellt daraus, dafs die Pendel in dem Augenblicke ganz zusammen fallen, da man den Elektrophor, und damit die elektrische Atmosphäre, welche die Pendel ein wenig aus einander trieb, wegnimmt. Ein neues Beyspiel des gänzlichen Unvermögens der Spitzen, wenn die Elektricität eines Nichtleiters sehr schwach ist. Wie ganz anders verhält sich die Flamme, die aus der Harzschicht, wenn sie dieselbe nur berühren kann, ja sogar schon in einiger Entfernung, auch die schwächste Elektricität wirklich einsaugt und in sich zieht?

Man sieht hieraus, wie sehr die Beobachtungen über die künstliche und natürliche Elektricität unter einander übereinstimmen, wenn man das Vermögen der Flamme, die Elektricität einzufaugen, und sie, bey der Berührung sowohl als in der Entfernung, selbst Nichtleitern, die sich derselben nicht leicht berauben lassen, zu entziehen, mit dem Vermögen der Spitzen, dasselbe zu bewirken, vergleicht. Um indeffen mit der künstlichen Elektricität auf das genaueste eben das darzustellen, was uns die natürliche Luftelektricität in Rücksicht des Vorzugs der Flamme vor den Spitzen gezeigt hat, müßte man beyde Elektricitäten in gleiche Umstände versetzen, d. h. den Versuch so einrichten, dafs die künstliche in der Luft auf eben die Art, wie die natürliche, und mit derselben Stärke, die man bey der natürlichen wenig Fufs über der Erde zu finden

den pflegt, wirkt; eine Sache, die man ohne große Schwierigkeit erreichen kann. Man darf nur vermittelt einer guten Maschine und einer oder mehrerer Spitzen, die man an dem Leiter derselben anbringt, so viel Elektrizität in die mehr oder weniger mit Dünsten beladene Luft eines Zimmers strömen lassen, daß diese die Pendel eines empfindlichen Elektrometers, welches man in das Zimmer bringt, um einige Grade auseinander zu treiben im Stande ist. Stellt man hierauf mit dieser künstlich elektrisirten Luft eben die Versuche an, die oben bey Gelegenheit der atmosphärischen Elektrizität erwähnt worden sind, d. h. untersucht man sie bald mit der bloßen Spitze des Elektrometers, bald mit einer oben an derselben angebrachten Flamme, so wird man auch hier in Rücksicht der Einsaugung der zerstreuten Elektrizität einen entschiedenen Vorzug auf Seiten der Flamme finden *).

Erlau-

*) Ich habe diese Versuche seitdem angestellt, und, die Luft des Zimmers zu elektrisiren, weiter nichts als eine kleine Leidner Flasche gebraucht, die mittelmässig, ja noch weniger als mittelmässig, geladen war, d. h. kaum ein Drittel oder Viertel der völligen Ladung hatte; was ungefähr zwanzig Grad nach der Skale meines Quadrantenelektrometers beträgt. Fragt man nach dem Mittel, die Elektrizität dieser Flasche in die Luft des Zimmers auf eine leichte Art und in kurzer Zeit ausströmen zu lassen, so ist zu wissen, daß diese vermittelt der Flamme, welche die Elektrizität eben so gut zerstreut, als einsammelt, geschehen kann. Es gibt dabey viele, mehr oder weniger schickliche Verfahrensarten: die meinige ist folgende.

Ich halte in der einen Hand eine Stange spanisches Wachs, an deren oberem Ende ein Licht oder ein Schwefelfaden brennt, der daselbst vermittelt eines spiralförmig gewundenen Eisendrahtes fest gehalten wird. In die andere Hand nehme ich die geladene Flasche, und bringe ihren Haken mit dem

Erlauben Sie, daß ich mich hier über das Verhalten der natürlich oder künstlich elektrisirten Luft gegen die Flamme weitläufiger auslasse. Zuvörderst ist zu bemer-

dem Eisendrahte in Berührung, wo ich ihn eine halbe Minute, oder höchstens eine Minute lang lasse, indess ich im Zimmer hin und her gehe. So verschwindet größtentheils die Ladung der Flasche, und ergießt sich in die Luft des Zimmers, jedoch so, daß der grössere Theil davon sich in der Nähe der Decke ansammelt. Nun kann ich, entweder sogleich, oder nach Belieben nach einer, zwey, drey, vier Stunden, in der Luft dieses Zimmers alle die Versuche anstellen, die mit dem atmosphärischen Elektrometer im Freyen angestellt werden. Der Erfolg ist derselbe: d. h. wenn ich vermittelst des blossen Leiters des Elektrometers, ohne Flamme, eine zwey, drey, vier, sechs Grad starke, blos zufällige oder blos vom Drucke abhängende Elektricität bekomme, die folglich durch eine einzige Berührung mit dem Finger, ohne wieder zum Vorschein zu kommen, vernichtet wird, so erhalte ich, wenn ich nach meiner Methode an der Spitze des Leiters einen brennenden Schwefelfaden anbringe, unausbleiblich zwey bis drey Mahl stärkere Zeichen einer wirklichen und anhaltenden Elektricität, die nach jeder Berührung wieder merklich wird. Ich kann fogar auf diese Weise eine andere Flasche laden, wenn ich in derselben die Elektricität anhäufe, welche die erste Flasche in die Luft des Zimmers hat ausströmen lassen u. s. w.

Unter der grossen Anzahl angenehmer elektrischer Versuche scheint mir dieser eine besondere Aufmerksamkeit zu verdienen, da er zugleich sehr unterrichtend ist. Und wer weis, ob er nicht vielleicht auch in anderer Rücksicht nützlich werden kann? Ich gehöre nicht unter diejenigen, die sich von der medicinischen Elektricität viel versprechen; sonst würde ich mir nicht wenig darauf einbilden, daß ich ein so leichtes Mittel, ein wahres elektrisches Bad beyzubringen, aufgefunden habe. Indessen lade ich die Aerzte, die sich mit elektrischen Kuren beschäftigen, ein, damit einen Versuch anzustellen. Sie haben weiter nichts zu thun, als die Luft des Zimmers, wo sich der Kranke befindet, auf die so eben beschriebene Weise eine Stunde um die andere, oder auch

bemerken, daß der Theil der Luft, welcher in die Flamme selbst eindringt, und sich mit derselben verkörpert, so wie derjenige, welcher dieselbe unmittelbar be-

auch nur alle vier Stunden zu elektrisiren; denn so lange und auch wohl noch länger dauert daselbst ein Ueberrest von Elektricität, wenn anders das Zimmer geräumig ist, und nicht viel Mobilien enthält, und die Luft darin mäßig trocken ist. So kann man die Elektricität in der Luft eines Zimmers, eines Schlaffaals, eines Kreuzganges u. s. w. Tag und Nacht lebhaft erhalten, wenn man sie nur von Zeit zu Zeit wieder erneuert. Eine solche durch Elektricität belebte Luft dürfte wohl besondere Kräfte äussern. Ich selbst, der ich den so gerühmten Heilkräften der Elektricität vielleicht unter allen am wenigsten zutraue, wage es nicht, dies zu läugnen, wenn ich bedenke, daß die in einem Zimmer verschlossene Luft, die durch das lange Stocken und durch die Einsaugung vieler Dünste, wo nicht ganz verdorben, doch sehr erschlaft worden ist, durch Mittheilung der Elektricität und die dadurch in ihren Theilchen erregte elektrische Repulsion elastischer werden und gewisser Massen in Schwingungen gerathen muß. Ueberdies wird die Person selbst, welche die elektrische Flüssigkeit, womit diese Luft beladen ist, den ganzen Tag über einzieht, (oder an die Luft, wenn diese negativ elektrisirt ist, von ihrer eignen Elektricität abgibt,) dadurch vielleicht merklich afficirt. Vielleicht entspringt daraus eine Art von Reiz in den Theilen des Körpers, welche dieser Luft am meisten ausgesetzt sind. Die Bewegung der elektrischen Flüssigkeit, welche in die Person, während daß sie sich in dieser Atmosphäre aufhält, eindringt, oder aus derselben weggeht, mag auch noch so unmerklich, und der Reiz, welchen die der elektrisirten Luft ausgesetzten Theile des Körpers erfahren, noch so gelind seyn, so ist es doch wahrscheinlich, daß endlich eine in die Sinnen fallende Wirkung daraus entspringen muß. In der That sehen wir nicht selten sehr große Wirkungen aus sehr kleinen Ursachen, die nur die Zeit wirksam macht, entspringen. *Gutta cabat lapidem* . . . Wenn übrigens die so elektrisirte Luft in den Pendeln des Elektrometers eine Spannung erregt, wodurch diese merklich von einander getrieben werden, und wenn

berührt, durch die starke Hitze seine Kraft, mehr oder weniger vollkommen zu isoliren, verliert, und völlig leitend wird, eben so wie das Glas selbst, wenn man es

wenn sie machen kann, daß sich Haare in ihr empor richten, so kann man unmöglich die Schwingung oder Spannung, welche die nackte Haut in ihr erleidet, für nichts achten.

Alles dessen ungeachtet entscheide ich noch nichts, und verspreche mir eben nicht viel zum Besten der menschlichen Gesundheit. Die Erfahrung muß lehren, ob und wie weit diese neue Art zu elektrisiren, dieses elektrische Bad, die Heilung der Krankheiten befördern kann, und welche Krankheiten sich dadurch heilen lassen. Ich für meinen Theil denke, daß, wenn man von der Elektrizität noch etwas in dieser Rücksicht erwarten darf, es eher auf dem von mir angegebenen Wege erreicht werden kann, als wenn man die elektrische Materie auf irgend eine andere, zwar gewaltfame, aber nie so anhaltende, Weise wirken läßt. In der That hat es gar nicht das Ansehen, daß die Elemente ihren Einfluß auf die thierische Oekonomie gewaltsam, stoß- und ruckweise zu äußern pflegen. Man betrachte einmal die gesunde oder ungesunde Luft, und man wird finden, daß sie unsern Körpern nur allmählich nützlich oder nachtheilig wird. Man betrachte die Temperatur der verschiedenen Himmelsstriche, die verschiedenen Grade von Wärme und Kälte, von Feuchtigkeit und Trockenheit, die verschiedene Dichtigkeit der Luft: alles dies afficirt die Gesundheit unsers Körpers nur nach und nach. Sollte nicht dasselbe auch von der Vertheilung der elektrischen Flüssigkeit in der uns umgebenden Luft, von den verschiedenen Graden ihrer Dichtigkeit, von der elektrischen Temperatur, wenn ich mich so ausdrücken darf, gelten?

Ich kann nicht umhin, bey dieser Gelegenheit einiges über den so sehr gerühmten Einfluß der atmosphärischen Elektrizität auf die Vegetation der Pflanzen zu erinnern. Wir haben oben *) gesehen, daß auch Herr DE SAUSSURE diesen Einfluß behauptet. So günstig er aber auch in dieser Rücksicht von der elektrischen Materie denkt, und ob er gleich

*) S. 140.

es glühend macht, und andere Nichtleiter schon durch eine geringere Hitze zu guten Leitern werden. Um diese Veränderung in der Luft zu bewirken, ist nicht so

gleich einen grossen Theil der gefunden Beschaffenheit der Pflanzen von dem periodischen Umlaufe dieser Flüssigkeit herleitet, so ist er doch weit entfernt, die Sache zu überreiben, wie einige thun, die fast alles von diesem Elemente herleiten, und darüber die andern Elemente fast ganz vergessen, an deren Einfluss auf die Vegetation doch niemand zweifeln kann, dergleichen die Wärme, das Licht, die Dünste, die Luft, die Feuchtigkeit des Erdbodens, und die specifischen Eigenschaften desselben sind. Unter diesen weder Mass noch Ziel haltenden Lobrednern der Elektricität zeichnen sich vorzüglich die Herren BERTHOLON und GARDINI aus, welche vom Einflusse der Elektricität auf die Vegetation ausführlich gehandelt, und deren übrigens sehr schätzbare Schriften den Beyfall einiger Akademien erhalten haben. Dergleichen Uebertreibungen Einhalt zu thun, ist neuerlich Herr INGENHOUS aufgetreten *). Er hat durch verschiedene Gründe und Erfahrungen nicht nur diejenigen vollkommen widerlegt, welche der atmosphärischen Elektricität zu viel Wirksamkeit in der Beförderung der Vegetation zuschreiben, sondern es auch überhaupt sehr zweifelhaft gemacht, ob dieselbe irgend einigen Einfluss darauf äussern kann.

Bey einer so grossen Verschiedenheit der Meinungen, und bey der Ungewissheit, worin wir uns hierüber befinden, biete ich

*) Man sehe dieses Naturforschers vortreffliche Abhandlung im Journal de Physique, Tom. XXXIII. A. 1788. Anm. des Verf. — Auch desselb. Versuche mit Pflanzen etc. 3r Band. Die erste Nachricht von diesen Ingenhoussischen Versuchen gab Herr D. SCHWANKHARDT im Journal de Physique, Decembre, 1785. (Dom. BECK's kurzer Entwurf der Lehre von der Elektricität, Salzburg, 1787. S. 131. ff.) Neuerlich hat VASSALLI den Einfluss der Elektricität auf die Vegetation der Pflanzen wider I. darzuthun gesucht. Man s. desselb. Lettere fisico-meteorologiche, pag. 169. Anmerk. des Uebers.

so viel Hitze nöthig, als bey irgend einem andern Nichtleiter; denn die Luft ist nicht nur flüssig und einer grossen Ausdehnung fähig, sondern kann auch schon durch

ich ein eben so einfaches, als sicheres Mittel an, uns zu überzeugen, ob und wie weit die Elektricität der Luft die Vegetation und das Wachsthum der Pflanzen befördert. Um korrespondirende Versuche anzustellen, theile man auf oben beschriebene Weise die Elektricität der Luft eines Zimmers mit, und unterhalte sie daselbst mehrere Tage hinter einander, was, wie man gesehen hat, sehr leicht und bequem bewerkstelliget werden kann. In dieses Zimmer bringe man einige Pflänzchen, und in ein anderes Zimmer von gleicher Beschaffenheit und Temperatur auch welche von derselben Art, die man eben so, wie jene, behandle, ausgenommen dass man die Luft, in welcher sie sich befinden, nicht elektrisirt. Wenn man durch diese Elektricität, die man leicht zu allen Stunden acht bis zehn Grad des empfindlichen Flaschenelektrometers stark wird erhalten können, eine ausserordentliche Entwicklung, eine merklich stärkere Vegetation in den der elektrisirten Luft lange Zeit ausgesetzten Pflanzen entstehen sieht, so kann man mit Grund schliessen, dass auch die atmosphärische Elektricität einen ähnlichen wohlthätigen Einfluss auf die Pflanzen im Freyen äussert; nur in geringerem Grade, da die Luftelektricität, besonders im Sommer, niemals so stark ist, ausgenommen bey Gewittern und einigen Regen; denn selbst in der Höhe, welche grosse und mittelmässige Bäume erreichen, beträgt sie meistens nur zwey bis drey Grad, und nur sehr selten über fünf bis sechs Grad; der niedrigen Pflänzchen, des Getreides u. s. w. zu geschweigen, deren Spitzen höchstens eine Luftschicht berühren, welche einen bis zwey Grad Elektricität besitzt. Wenn hingegen die in der elektrisirten Luft befindlichen Pflanzen gar nicht oder nur sehr wenig besser fortkommen, als die andern, so folgt, dass die Pflanzen auch im Freyen von der atmosphärischen Elektricität, die daselbst, wie so eben bemerkt worden, weit schwächer ist, gar keinen oder nur sehr wenig Nutzen haben.

Den Einfluss der Elektricität auf die Gesundheit des Menschen anlangend, sieht jedermann ein, dass diese Flüssigkeit auf

durch die bloße Verdünnung, wenn diese bis auf einen gewissen Grad getrieben wird, ohne alle Beyhülfe der Wärme leitend gemacht werden. Was wird nun nicht erst, die Flamme vermögen, da sie die Luft nicht nur ungemein erhitzt, sondern auch verdünnt? Wird dadurch die Luft nicht genöthigt werden, ihre Elektricität,

auf unsern Körper noch schwächer als auf die Bäume von mittlerer Gröfse wirken muß, auch wenn wir uns im Freyen, wo keine Häuser und Bäume sind, befinden; denn zwischen Häusern oder Bäumen ist die Luft äusserst wenig, und in den Zimmern und andern eingeschlossenen Oertern ganz und gar nicht elektrisirt. Ich begreife daher nicht, wie manche der Elektricität einen so grossen Einfluss auf die thierische Oekonomie zuschreiben können, daß sie nicht nur verschiedene Krankheiten verursachen, sondern auch die kräftigsten Heilmittel darbieten soll. Höchstens liesse sich von der starken Gewitterelektricität etwas erwarten, aber gewiß nicht von der täglichen so gelinden Lufterlektricität; und auch dann müßte man sich im Freyen befinden. Da nun in diesem Falle die Elektricität der Luftschicht, die der Kopf eines Menschen berührt, nicht leicht über zehn bis zwölf Grad beträgt, (nur sehr selten habe ich sie, selbst bey den heftigsten Gewittern, stärker gefunden, wenn ich die mit dem brennenden Schwefelfaden versehene Spitze des atmosphärischen Elektrometers in die Höhe meines Kopfes erhob,) so kann dann die Wirkung unmöglich gröfser seyn, als sie in einem Zimmer ist, dessen Luft nach meiner Methode eben so viel Grade stark elektrisirt worden. Man hat folglich gar keinen Grund, die Mattigkeit und Unruhe, welche schwache und Flüffen oder Nervenzufällen unterworfenen Personen bey den Veränderungen der Witterung, besonders bey einem Gewitter, erfahren, von der atmosphärischen Elektricität herzuleiten; denn dieselben Beschwerden äussern sich auch in den Zimmern, da diese Elektricität nicht eindringen kann; hingegen fühlt man sie entweder ganz und gar nicht, wenn man in einer künstlich elektrisirten Luft ganze Stunden zubringt, oder die Wirkung ist doch ganz anders, als bey Gewittern oder andern Veränderungen der Witterung,

tät, so weit es das Gleichgewicht erfordert, an den Leiter, dem man ihr darstellt, und auf dem die Flamme brennt, abzugeben? Dieß reicht hin, den Leiter wirklich zu elektrifiziren, und anhaltende Zeichen von Elektricität in einem empfindlichen Elektrometer hervorzu- bringen. Freylich wird diese Elektricität Anfangs sehr schwach seyn, weil der Leiter aus der kleinen Luft- masse, welche die Flamme unmittelbar berührt, und sich, wie gesagt worden, damit verkörpert, nur wenig Elektricität einsaugen kann; man würde daher wenig gewinnen, wenn die Luft in Ruhe bliebe, und sich um die Flamme herum nicht veränderte. So ver- hält sichs aber nicht, es entsteht vielmehr ein anhal- tender sehr schneller Luftstrom; denn die durch die Hitze höchst verdünnte Luft wird genöthigt in die Höhe zu steigen, und an deren Statt strömt den Gesetzen des Gleichgewichts zu Folge unaufhörlich eben so viel frische Luft von allen Seiten zu. Da nun die frische Luft ihre Elektricität der Flamme und vermittelt der- selben dem Leiter gleichfalls abgibt, so begreift man leicht, daß der Leiter in jedem Augenblicke neuen Zu- wachs von Elektricität erhalten muß, bis seine Elek- tricität eben den Grad erreicht hat, der sich in der Luft über der Flamme, wohin die Hitze derselben dringen kann, findet. Dieß geschieht in sehr kurzer Zeit, da die Luft zur Flamme in sehr großer Menge zuströmt; ein Zufluß, der, ob er sich gleich auf mehr als eine Art zu erkennen gibt, dennoch stärker ist, als man sich gewöhnlich einbildet. Der Leiter meines tragbaren Elektrometers, der aus einem ungefähr drey Fuß lan- gen Messingdrahte besteht, braucht gewöhnlich nur drey, vier, höchstens sechs Sekunden, um den Grad zu erreichen, der ihn, wie gesagt worden, mit der Elektricität der Luft um die Flamme herum und über derselben ins Gleichgewicht bringt. Daß er diesen
Grad

Grad erreicht hat, erkennt man, wenn die Pendel des Elektrometers, an welchem er sich befindet, sich nicht weiter von einander entfernen, sondern die Divergenz, die sie einmal angenommen haben, bis zum Verlöfchen der Flamme unveränderlich behalten. Allein der größere Apparat, an dessen Leiter oben eine Laterne angebracht wird, braucht wegen der viel größern Kapazität seines Leiters, um das gedachte Gleichgewicht zu erreichen, ungefähr zwey, und eine Leidner Flasche, je nachdem ihre Kapazität beschaffen ist, sechs, acht, zehn bis funfzehn Minuten.

Aus dem bisher Gefagten erhellt, dafs dieses so vollkommene und in Verhältniß der Kapazität des atmosphärischen Leiters so schnell eintretende Gleichgewicht darum nothwendiger Weise Statt findet, weil die Luft einestheils durch die Berührung der Flamme ihr Vermögen zu isoliren verloren hat, also nicht mehr im Stande ist, selbst die schwächste Elektricität zurück zu halten, und anderntheils der Flamme schnell und häufig zuflömt, so dafs jeden Augenblick frische Luft mit der Flamme in Berührung kommt. Auch erhellt, dafs, wenn man die Flamme nebst dem Leiter niedriger hält, der Leiter unmöglich alle Elektricität, die er weiter oben eingezogen hat, zurückhalten kann; vielmehr muß, so wie die Flamme in niedrigere und minder elektrische Luftschichten kommt, die Elektricität des Leiters dem Gleichgewicht zu Folge verhältnißmäfsig abnehmen, und die Divergenz der Pendel kleiner werden, bis endlich die Elektricität ganz verschwindet, und die Pendel zusammen fallen, wenn die Flamme in eine Luftschicht kommt, die gar nichts von Elektricität enthält. Soll also im Leiter und in dem damit verbundenen Elektrometer die Elektricität bleiben, die sich in einer gegebenen Höhe darein ergossen hat, so

muß man in dieser Höhe den Apparat so lange halten, bis die Flamme ausgelöscht, und auch der Rauch verschwunden ist; erst dann kann man das Instrument, ohne daß es von seiner Elektricität etwas einbüßt, forttragen, weil nun die Luft wieder isolirt; denn wollte man es eher thun, so würde die Flamme, weil sie die Luft leitend macht, die untere Luftschicht, die gar nicht, oder weit weniger elektrisch ist, in den Stand setzen, die Elektricität dem Leiter zu rauben, eben so wie sie die obere Luftschicht in den Stand setzte, ihre stärkere Elektricität demselben mitzutheilen.

In der That kann die Flamme die elektrische Materie eben so gut in die Luft ausströmen lassen, als aus derselben einsaugen. Die Ausströmung geschieht nach demselben Gesetze, nach welchem die Einsaugung vor sich geht: d. h. die starke Erhitzung der Luft und die Bewegung derselben um die Flamme bringen in kurzer Zeit die Flamme nebst dem Leiter, auf dem sie sich befindet, mit der Luft in das elektrische Gleichgewicht, folglich auf einen Grad, wenn die Elektricität der Luft einen Grad stark ist, auf zwey oder drey Grad, wenn die Luftelektricität eben so viel beträgt, und endlich auf 0 Grad, oder beynahe dahin, wenn die Luft gar nicht oder äußerst schwach elektrisirt ist.

Zwar ist die Zeit, die erfordert wird, um dieses elektrische Gleichgewicht zwischen dem erhobenen Leiter und der Luftschicht, wohin sich die starke Hitze der Flamme erstreckt, herzustellen, wie wir gesehen haben, niemals lang, vielmehr meistens sehr kurz; indessen findet doch hierin ein Unterschied Statt, wenn die Flamme klein und schwach, und wenn sie groß und lebhaft ist. Man sieht leicht ein, daß eine größere und stärkere Flamme, da sie eine schnellere und größere Strömung in der Luft verursacht, ihren Endzweck früher,

früher, z. B. in drey Sekunden erreichen wird, wenn eine kleine und ziemlich matte Flamme sechs oder acht Sekunden dazu braucht. Dieser Unterschied ist, wie man sieht, an und für sich von keinem grossen Belange, denn die schwache und kleine Flamme elektrisirt den atmosphärischen Leiter doch endlich fast eben so stark, als eine grosse und lebhafte, und braucht dazu nur etwas mehr Zeit; allein einige Sekunden mehr machen noch gar nichts aus. Die Sache wird nur in dem Falle wichtig, da man eine Leidner Flasche, besonders wenn sie gross ist, laden will: dann leistet eine grosse und sehr lebhafte Flamme sehr viel Nutzen, weil sie in einer gegebenen Zeit einer grössern Luftmasse ihre Elektricität entzieht, so das die Flasche die zu ihrer Ladung nöthige Elektricität schneller überkommt, folglich schon in zwey bis drey Minuten geladen werden kann, statt das sonst eine Viertelstunde nöthig wäre. Ich habe dies mehr als einmal durch die Erfahrung bestätigt gefunden, wenn ich bey stiller Witterung anstatt der Laterne mit dem Lichte eine dicke Fackel oder einen Napf mit brennendem Pech brauchte.

Ich habe gesagt, das eine schwache und kleine Flamme den atmosphärischen Leiter endlich *fast* eben so stark elektrisirt, als eine grosse und lebhafte, bey welcher die Elektrisirung schneller von Statten geht. Es folgt hieraus, das ich auch in Rücksicht der Stärke der Elektrisirung der grössern Flamme einen geringen Vorzug vor der kleinern einräume. Weil nämlich bey einer grössern Flamme der Luftstrom und die starke Hitze ein wenig höher gehen, so greifen sie die Elektricität einer etwas stärker elektrisirten Luftschicht an, und setzen sich damit ins Gleichgewicht. Daher kann auch wohl der Wind einen geringen Unterschied veranlassen, wenn er, wie zuweilen geschieht, die Flamme niederdrückt.

Wie viel mag aber wohl in beyden Fällen der Unterschied betragen? Was macht wohl ein Fuß höher oder niedriger aus? Nichts oder nur höchst wenig in Rücksicht des Grades der Elektricität, die der Leiter aus der Atmosphäre einfaugt: man bekommt höchstens $8\frac{1}{2}$ oder 9 Grad statt 8 Grad. Folglich wird, was ich schon oben als Thatfache behauptet habe *), und was damals paradox scheinen konnte, daß nämlich eine kleine Flamme fast eben so gut, wie eine große, die Elektricität im atmosphärischen Leiter ansammeln kann, jetzt, da es so deutlich und natürlich erklärt worden, nicht weiter befremden.

In der That sehe ich nicht, wie sich dasjenige bezweifeln läßt, was ich bisher über die leichte und schnelle Einfaugung der Luftelektricität durch die Flamme erinnert habe, jener schwachen Elektricität, die sonst die Luft, so lange sie ihr Vermögen zu isoliren besitzt, hartnäckig zurückhält, und nur mit genauer Noth und allmählich fahren läßt, sie mag dazu durch die Gegenwart metallener Leiter, und selbst der schärfsten Spitzen auch noch so sehr gereizt werden. Meine Erklärung dieses Phänomens, welche sich auf die Veränderung der Luft in einen vollkommenen Leiter und auf den anhaltenden Strom in derselben, beydes Wirkungen der Flamme, gründet, scheint mir völlig befriedigend zu seyn; um so mehr, da sie auch auf den Rauch der Körper, die ohne Flamme verbrennen, paßt, mit dem einzigen Unterschiede, daß die geringere Hitze und der weniger reißende Luftstrom bey dem Rauche die schwache Luftelektricität in den Leiter bey weitem nicht so kräftig und schnell führen, wie die Flamme zu thun im Stande ist, die in dieser Rücksicht das Non plus ultra heißen kann.

Ich

*) Man sehe im zweyten Briefe S. 86. f.

Ich wiederhole es als eine Sache, die sich nicht oft genug sagen läßt: keine Elektricität, sie sey schwach oder stark, keiner von den Körpern, welche die Elektricität am hartnäckigsten und längsten zurückhalten, kann den Kräften der Flamme widerstehen; sie ist im Stande, auch die schwächste Elektricität in kurzer Zeit und vollkommen einzufaugen, und sie wie überhaupt jedem Nichtleiter, so ins besondere der Luft, und zwar dieser aus den obgedachten Ursachen vorzüglich leicht zu entziehen. Die metallenen Spitzen, deren Kraft man in dieser Rücksicht so sehr gerühmt hat, stehen hierin der Flamme unendlich nach; denn sie ziehen zwar die starke Elektricität leicht an, allein bey einer sehr schwachen taugen sie, wie wir gesehen haben, wenig oder nicht, so daß eine lange Zeit vergeht, ehe sie dieselbe der Luft oder einem andern Nichtleiter zu entziehen im Stande sind, da hingegen die Flamme, wie ich gezeigt habe, schon in den ersten Augenblicken anfängt, dieselbe einzufaugen, und alles mit der größten Schnelligkeit verrichtet. Ein isolirter Leiter, an dessen Spitze eine kleine Flamme brennt, wird in sehr kurzer Zeit eben so stark elektrisirt, als es die Luftschicht ist, bis auf welche sich die lebhafteste Hitze der Flamme erstreckt; diess ist ein bloßer Leiter, er sey auch noch so spitzig, nicht zu thun im Stande, denn er saugt die Luftelektricität, die sehr starke ausgenommen, nicht wirklich ein, wenigstens nicht mit der Geschwindigkeit, und wird von derselben nur nach den Gesetzen der elektrischen Atmosphären afficirt.

Die Flamme besitzt noch einen andern Vorzug, den ich nicht mit Stillschweigen übergehen darf. Die Spitzen, welche die Luftelektricität nicht einsaugen können, wenn sie sehr schwach ist (wie sie gewöhnlich, wenn kein Gewitter ist, in den niedern Luftschichten,

und meistentheils auch in einer ansehnlichen Höhe zu seyn pflegt,) können auch die stärkere Elektricität nur in so fern einsaugen, als sie frey stehen, und vom Körper, zu dem sie gehören, hervorragen. Man bedecke einmal eine metallene Spitze, verschliesse sie, oder umgebe sie mit andern Körpern, ohne daß sie berührt wird, nur so, daß sie nicht weiter hervorsteht; so wird sie nicht mehr als Spitze wirken, und nicht mehr im Stande seyn, die Elektricität anzuziehen, gleichsam als ob daselbst gar keine Spitze mehr wäre. Ganz anders verhält sich die Flamme; denn schließt man diese auch in eine Laterne oder auf andere Art ein, jedoch so, daß die Luft daselbst Ein- und Ausgang hat, indem sonst die Flamme verlöschen müßte, so zieht sie doch immer die Elektricität an, als wenn sie im Freyen brennte, wie die Versuche lehren, die ich mit dem im vorigen Briefe beschriebenen Apparate, dessen Leiter eine Laterne trägt, angestellt habe. Die Ursache hiervon wird von selbst einleuchten, wenn man nur die schon gegebene Erklärung, welche dadurch augenscheinlich bestätigt wird, einen Augenblick überlegt. Denn ich habe gezeigt, daß alles von der unaufhörlichen Bewegung der Luft abhängt, die, indem sie der Flamme unaufhörlich zufließt, sich zum Theil mit ihr verkörpert, und sie von allen Seiten berührt, durch die starke Hitze derselben ihre Kraft zu isoliren verliert, und zu einem vollkommenen Leiter wird, so daß sie nun ihre Elektricität leicht abgeben kann. Wenn dem so ist, woran sich nicht länger zweifeln läßt, so ist weiter nichts nöthig, als daß die Luft zur Flamme in der Laterne Zugang habe und daselbst circuliren könne.

Die Vergleichung der Flamme mit den Spitzen in Rücksicht ihres Vermögens, die Luftelektricität einzusaugen, vollständig zu machen, wird es nützlich seyn,

seyn, daß ich mich noch etwas bey der Betrachtung eines atmosphärischen Leiters ohne Flamme aufhalte, der, wenn in der Luft die gewöhnliche mehr oder weniger gelinde Elektricität herrscht, (d. h. wenn die Luft-elektricität nicht außerordentlich stark ist, wie sie bey Gewittern, einigen Regengüssen, oder wenn Schnee fällt, zu seyn pflegt,) nur die Wirkung der elektrischen Atmosphäre erfährt. Ob sich gleich in diesen Leiter von der Elektricität, welche in der heitern, oder nebligen, oder wolkigen Luft, worin er sich befindet, herrscht, nichts wirklich ergießt, so gibt er dennoch, oft sehr merkliche, Zeichen derselben, woran man nicht nur das Daseyn, sondern auch sogar die Art der herrschenden Luftelektricität erkennen kann; wie dieß die schönen Versuche der Herren CAVALLO, DE SAUSSURE u. a. m. mit dem tragbaren atmosphärischen Elektroskop, von denen ich im zweyten Briefe *) gesprochen habe, außer allen Zweifel setzen. Allein diese Zeichen, die weiter nichts als Folgen der Wirkung der elektrischen Atmosphäre, oder einer zufälligen, vom Drucke abhängenden Elektricität sind, erreichen den Grad der wirklichen Elektricität, welche die Luft da hat, wohin die Spitze des Leiters kommt, bey weitem nicht, und stellen folglich nicht die wahre Stärke, den eigentlichen Grad dieser Elektricität dar; da hingegen dieser Grad von demselben Elektroskop genau dargestellt wird, wenn dieß Werkzeug durch Beyhülfe der Flamme nicht bloß den Druck des elektrischen Wirkungskreises erfährt, sondern die Elektricität aus der Luft wirklich einsaugt, bis es mit der Luft in ein vollkommenes Gleichgewicht kommt, wie ich weitläufig gezeigt habe. Gesetzt, die Zeichen der vom Elektroskop vermittelt der Flamme wirklich eingefogenen Luftelektricität betragen sechs

L 5

bis

*) Man sehe S. 79. und 81.

bis acht Grad, so wird man, wenn die Flamme fehlt, und folglich kein wirklicher Uebergang der Elektricität, sondern blos die Wirkung der elektrischen Atmosphäre Statt hat, und dadurch nur eine zufällige oder vom Drucke abhängende Elektricität veranlaßt wird, nicht mehr als zwey bis drey Grad haben. Welche von diesen zwey Methoden, die Luftelektricität zu untersuchen, kann folglich die genaueste und zuverlässigste heißen? Die Sache spricht von selbst, daß wie wir gesehen haben, der atmosphärische Leiter ohne Flamme sehr schwache und mangelhafte, und nur mit der Flamme vollständige und zuverlässige Zeichen gibt.

Um das bisher Gesagte vollkommen zu begreifen, d. i. um einzusehen, wie und warum die Zeichen bey der blos zufälligen Elektricität des Leiters bey weitem schwächer seyn müssen, als wenn man dasselbe Elektroskop zwar eben so hoch hält, aber nur den Leiter desselben mit einer Flamme versehen hat, vermittelst welcher die Elektricität in ihn wirklich und ungehindert übergeht, darf man nur die Länge des Metalldrahtes, er sey auch noch so klein, überlegen, und bedenken, daß nur ein Theil dieses Drahtes, der obere, sich in der merklich elektrischen Luftschicht befindet, der ganze übrige Theil hingegen unmittelbar gar nicht, oder doch weit weniger afficirt wird. Dieß vorausgesetzt, ist es ganz natürlich, daß eine solche, von bloßem Drucke herrührende Elektricität an Intensität in eben dem Verhältnisse abnehmen muß, in welchem der Leiter die in Bewegung gesetzte elektrische Flüssigkeit sich mehr ausbreiten läßt, oder in welchem er größer ist, und mehr Kapacität besitzt. Diese schon an sich deutliche Erklärung läßt sich durch folgenden leichten Versuch darthun. Man nähere einen gehörig elektrisirten Cylinder von Glas oder Siegellack dem Ende mehrerer
Leiter

Leiter von verschiedener Länge, deren jeder am entgegengesetzten Ende ein Paar feine leinene Fäden oder andere Pendel hat, in der gehörigen Entfernung, so daß die Elektricität nicht übergehen kann, (oder die Elektricität des Nichtleiters sey so schwach, daß sie sich auch in der kleinsten Entfernung nicht mittheilen kann,) so wird man sehen, daß die Divergenz der Fäden oder Pendel, wenn man auch überall auf dieselbe Art verfährt, und den Nichtleiter auf einerley Weite nähert, dennoch bey jedem Leiter anders, und immer desto kleiner ist, je mehr der Leiter an Länge beträgt; allein bey keinem, selbst bey dem kürzesten nicht, wird die Divergenz so groß seyn, als sie seyn sollte, wenn ein wirklicher Uebergang der Elektricität Statt fände, oder wenn die Atmosphäre den ganzen Leiter auf gleiche Weise einhüllen könnte, wie im elektrischen Brunnen geschieht *).

Wie aber, wenn sich zeigen läßt, daß der atmosphärische Leiter, wenn man denselben mit keiner Flamme versieht, oftmals nicht einmal denjenigen Grad von Elektricität zu erkennen gibt, welchen er kraft der elektrischen Atmosphäre äußern sollte, und daß folglich die Zeichen desselben auf zweifache Art mangelhaft sind? Es geschieht dies, so oft der Leiter unvollkommen isolirt ist, wie wenn bey dem portativen Elektroskop die Flasche naß wird; und wie kann dies vermieden werden, wenn bey dem Versuche die Flasche lange Zeit der feuchten Luft, dem Nebel u. s. w. ausgesetzt bleibt? Wegen dieser unvollkommenen Isolirung

*) Ein zuerst vom P. BECCARIA angegebener sehr lehrreicher Versuch. CAVALLO hat ihn unter dem Namen des elektrisirten Bechers beschrieben. S. desselb. vollständ. Abhandl. der Lehre von der Elektric. S. 145. Anmerk. d. Uebers.

rung bleibt die elektrische Flüssigkeit, die im atmosphärischen Leiter, so bald man ihn erhebt, in Bewegung geräth, und, wenn die herrschende Elektricität positiv ist, im untern Theile desselben verdichtet wird, daselbst nicht, wie man wünscht, zurück, sondern strömt sehr bald aus, so daß die Pendel nicht so weit, als es seyn sollte, divergiren; oder wenn dieß auch in dem ersten Augenblicke geschieht, und sie z. B. fünf Grad weit aus einander fahren, so fallen sie doch in kurzer Zeit, und ehe noch das Auge die größte Divergenz bemerken kann, auf zwey Grad, auf einen Grad, und bald sogar auf 0 Grad zurück. Ja wenn auch die Isolirung so gut als möglich ist, so nimmt doch immer die Divergenz der Pendel, weil die Isolirung niemals ganz vollkommen seyn kann, zwar langsam, aber doch augenscheinlich ab. Folglich kann die zufällige oder vom bloßen Drucke abhängende Elektricität nicht lange dauern, so wie sie sich auch, wenn sie zerstört worden, nicht wieder herzustellen im Stande ist, wie ich in den vorigen Briefen an mehreren Stellen bemerkt habe *), wo ich auch gezeigt habe, daß aus dieser Ursache die Elektricität selbst in den höchsten, aber fest stehenden Franklinischen Leitern nicht merklich wird, da sie sich doch in den weit niedrigeren tragbaren Leitern verräth, die erst dann, wenn man die Beobachtung anstellen will, oder mehr als einmal in die Höhe gehoben werden; ich sage *mehr als einmal*, um anzuzeigen, daß, wenn im erhobenen Elektroskop die Zeichen der Elektricität durch Berührung, oder wegen der unvollkommenen Isolirung, oder endlich durch die Länge der Zeit ganz und gar vernichtet worden sind, dieselben wieder zum Vorschein gebracht werden können, wenn man den Leiter niederwärts führt, bis er den Erdboden berührt,

*) Man sehe S. 93. u. 116. f.

rührt, und hierauf wieder, wie zuvor, in die Höhe hebt; worüber Herr DE SAUSSURE nachzulesen ist, der diese Methode, die atmosphärische Elektricität zu untersuchen, und die Art und Weise, wie durch bloßen Druck die Zeichen der Elektricität im Apparate merkbar werden, so schön beschrieben und erläutert hat *).

Doch dieß ist noch nicht alles. Der atmosphärische Apparat, dem die Flamme fehlt, bleibt nicht nur in Rücksicht der Stärke der Zeichen weit hinter demjenigen Grade der Elektricität zurück, der in der Luftschicht herrscht, wo sich die Spitze des Leiters befindet, sondern, was noch viel schlimmer ist, diese Zeichen können trüglich werden, und uns in Rücksicht des Zustandes der Elektricität, der Veränderungen, denen sie unterworfen ist, und selbst der Art derselben irreführen. Sie können z. B. angeben, daß die Luftelektricität ab- oder zunimmt, wenn sie sich nicht verändert, oder gar das Gegentheil Statt findet; daß sie negativ geworden ist, wenn immer noch die positive, nur schwächer, als zuvor, herrscht u. s. w. Ich verweise hierüber, um nicht zu weitläufig zu werden, auf die schon im vorigen Briefe [angezogenen Fälle **], woraus augenscheinlich erhellt, daß der atmosphärische Leiter ohne Flamme ein trügliches Werkzeug ist, und nicht selten durch eine zweydeutige oder ganz falsche Sprache irreführen kann.

Keiner von allen diesen Mängeln findet bey dem atmosphärischen Leiter Statt, wenn man ihn oben an der Spitze mit einer Flamme versieht. Braucht man diese Vorsicht, so kann weder die Länge der Zeit die
Zei-

*) Man sehe das angeführte Werk, und oben S. 92, f.

**) S. 119.

Zeichen der aus der Luft unaufhörlich einströmenden Elektricität schwächen, noch eine Berührung dieselben dermaßen vernichten, daß sie, wenn der berührende Körper entfernt worden, nicht wiederum eben so stark, wie vorher, zum Vorschein kommen sollten; ja selbst die unvollkommene Isolirung des Elektroskops oder irgend eines andern Stativs kann der Elektricität des Leiters nicht viel Abbruch thun, da vermittelt der Flamme in einem fort mehr Elektricität aus der Luft in den Leiter einströmt, als derselbe auf diese Art zu verlieren im Stande ist. Daher schadet eine bis auf einen gewissen Grad unvollkommene Isolirung eben nicht viel: d. h., sie hindert nicht, daß die Elektricität im Elektroskop nicht fast dieselbe Stärke erreichen sollte, welche die Luft um die Flamme umher besitzt. Nur eine äußerst schlechte Isolirung, welche diesen Namen kaum verdient, kann den Versuch vergeblich machen.

Um das, was ich in diesem und den vorhergehenden Briefen so weitläufig aus einander gesetzt habe, in wenig Sätze zusammen zu fassen, will ich die Vorzüge der Flamme vor den Spitzen bey der so wichtigen Untersuchung der atmosphärischen Elektricität kürzlich wiederholen.

1. Vermittelt der Flamme bekommt man zwey, und fast drey Mahl stärkere Zeichen. Dadurch wird oftmals die Elektricität merklich, die sonst ganz verborgen bleiben würde.

2. Diese Zeichen stellen die Stärke der Elektricität, welche in der Luftschicht, wo sich die Flamme findet, herrscht, genau dar, d. h. geben ihren eigentlichen Grad genau an (wie ich schon im vorhergehenden Briefe beyläufig *), und in diesem ausführlich zeigt

*) S. 108 u. 131.

zeigt habe), gesetzt auch, daß sich der Apparat nicht in einem vollkommen guten Zustande befände. Folglich wird auf diese Weise der Versuch immer ficherer und zuverlässiger.

3. Auch die schwächste Elektricität ergießt sich wirklich in den Leiter aus der Luft, welche der Flamme unaufhörlich zufließt. Die Elektricität des Leiters ist daher nicht zufällig, nicht vorübergehend, wie sie dann zu seyn pflegt, wenn sie vom bloßen Drucke abhängt, sondern wirklich, und gewisser Massen unaufhörlich. Man wird dadurch in den Stand gesetzt, verschiedene sehr wichtige Versuche, die mit dem Kondensator u. a. m., anzustellen, was bey der andern Art, wenn nemlich der tragbare atmosphärische Leiter keine Flamme hat, unmöglich ist.

4. Weil der Leiter die Luftpotelectricität wirklich einfängt, bis er mit der Luft ins Gleichgewicht kommt, so findet niemals ein Irrthum in Rücksicht der Art der Elektricität (ob sie positiv oder negativ ist) und der Veränderungen Statt, welche die Luftpotelectricität öfters im Regenwetter, noch mehr aber bey Gewittern erleidet; diese Aenderungen mögen nun, wie gewöhnlich der Fall ist, stufenweise und langsam, oder schnell und gleichsam sprungweise geschehen. Nur alsdann bleibt einige Ungewissheit, wenn der Uebergang von der positiven Elektricität zu der negativen, und von der negativen zu der positiven mehrere Mahle in kürzerer Zeit Statt findet, als, der Flamme ungeachtet, welche die Elektricität so kräftig leitet, nöthig ist, damit in dem atmosphärischen Leiter die eine Elektricität zerstört werde, und dafür die andere entgegengesetzte eintrete; z. B. in weniger als einer Minute, wenn der grössere Apparat mit der Laterne, der einen Leiter von ziemlicher Capacität hat, und in weniger
als

als vier bis fünf Sekunden, wenn der kleine tragbare Apparat gebraucht wird.

Bevor ich diesen Brief schliesse, muß ich noch einige nöthige Erörterungen beyfügen. Ich habe mehr als einmal bemerkt, daß die besten Leiter und selbst die metallenen Spitzen nicht im Stande sind, durch ihre Berührung alle Elektricität der Luft und den andern Nichtleitern zu entziehen, welche dieselbe desto hartnäckiger zurückhalten, je schwächer die Elektricität ist, und je weniger sie folglich Bestreben äußert, sich in Freyheit zu setzen. Indessen habe ich an mehr als einer Stelle ausdrücklich erinnert, besonders als ich im vorigen Briefe von den großen sehr erhabenen Leitern sprach *), daß diese Zurückhaltung der Elektricität, wie bey den andern Nichtleitern, so insbesondere bey der Luft, ihre Grenzen hat. Dieser Erinnerung ungeachtet, wodurch die zu unbestimmten Ausdrücke, deren ich mich hier und da bedient haben mag, genauer bestimmt werden, scheint es mir rathsam, auf diesen Gegenstand zurückzukommen, und denselben hier genauer zu erörtern, um allen Zweydeutigkeiten und Zweifeln, die noch entstehen könnten, auszuweichen. Wenn ich behaupte, daß die mäßig elektrisirte Luft an eine metallene Spitze, die man ihr darbietet, von ihrer Elektricität nichts abgibt, so verstehe ich einen augenblicklichen, oder wenigstens sehr schnellen Uebergang; denn wenn von einem mehr oder weniger langsamen, fast unmerklichen Uebergange die Rede ist, so gestehe ich gern, daß ein solcher Uebergang der Elektricität nicht nur dann Statt findet, wenn man der elektrisirten Luft oder einem andern eben so gut oder noch besser isolirenden Körper metallene

*) S. 115

lene Spitzen entgegenstellt, sondern auch alsdann, wenn man glatte und stumpfe, ja sogar minder vollkommene Leiter braucht.

Um sich einen richtigen Begriff von der Sache zu machen, ist zu bedenken, daß weder bey Nichtleitern noch viel weniger bey unvollkommenen Leitern der Uebergang der elektrischen Flüssigkeit aus einem solchen Körper in den andern, wenn ihn das aufgehobene Gleichgewicht erfordert, ganz unmöglich ist, sondern nur erschwert und verzögert wird. Diese Verzögerung dauert sehr oft Stunden, Tage, ja Wochen, bevor das Gleichgewicht zwischen zwey einander berührenden Nichtleitern, oder zwischen einem Nichtleiter und einem guten Leiter, die sich gleichfalls berühren, vollkommen wieder hergestellt wird. Einen augenscheinlichen Beweis davon haben wir am Elektrophor, dessen harzige Oberfläche die ihr einmal mitgetheilte Elektricität guten Theils behält, ob sie gleich vom Deckel oft berührt worden ist, und sogar denselben viele Tage lang getragen hat. Eben so zeigen sich ein Stück Schwefel, eine Stange Siegellack u. s. w., wenn sie durch Reiben oder auf andere Art elektrisirt worden sind, nach einer sehr langen Ruhe, wenn man sie mehrere Tage lang in Papier und sogar in Metallblättchen eingewickelt hat liegen lassen, immer noch, freylich nur in geringem Grade, elektrisch. Diese Erfahrungen sind so bekannt, daß ich nur daran zu erinnern brauche. Nicht weniger bekannt, und noch berühmter und schöner sind die Versuche mit den feidenen Strümpfen und Bändern, die, wenn sie elektrisirt, und sodann mit einer Glastafel, einem Tische, der Mauer, einer Metallplatte in Berührung gebracht worden sind, daselbst ihre Elektricität nicht ganz verlieren, und, wenn auch nicht ganze Tage, doch mehr

M oder

oder weniger Stunden, nachdem die Luft des Zimmers und die Körper mehr oder weniger trocken sind, hängen bleiben. Unter den Nichtleitern verliert wohl das Glas, besonders gewisse Arten desselben, die Elektricität am schnellsten; denn gewöhnlich, d. h. wenn die Luft nicht höchst trocken ist, dauert dieselbe darin nur wenig Minuten; ich meine das bloße, nicht das zum Leidner Versuch belegte Glas, womit es sich freylich ganz anders verhält. Inzwischen findet, wie man weiß, selbst beym Glase in dieser Rücksicht eine sehr merkliche Verzögerung Statt, wenn man es mit den Leitern vergleicht, welche ihre Elektricität ganz und augenblicklich verlieren, so bald sie von andern Leitern, die mit dem Erdboden in Verbindung stehen, berührt werden.

Die Luft, die auch zu den Nichtleitern gerechnet wird, hält ihre Elektricität nicht so hartnäckig zurück, wie der Schwefel und die Harze, läßt sie aber auch nicht so leicht fahren, wie das Glas. Sie bleibt ganze Stunden lang, ungefähr wie die seidenen Strümpfe und Bänder, elektrisch *), und würde es noch weit länger bleiben, wenn sie ganz rein und gehörig trocken wäre, so daß sie ein vollkommener Nichtleiter heißen könnte, wozu noch eine hinlängliche Dichtigkeit derselben erfordert wird. Uebrigens macht sie ihr flüssiger Zustand, der Ursache ist, daß sie auch inwendig und durchaus elektrisch werden kann, da hingegen bey festen Nichtleitern die Elektricität nur an der Oberfläche zu haften im Stande ist, auf der andern Seite wiederum geschickter, ihre Elektricität fahren zu lassen, besonders wenn die Stärke der Elektricität und die Gegen-

*) Einen Beweis davon sehe man oben S. 156. Anm.

genwart einer Spitze den elektrischen Wind erregen, von welchem ich in diesem Briefe gesprochen habe.

Allein von einer so starken Elektricität und von diesem Winde, vermittelt dessen die metallenen Spitzen die Elektricität so schnell und leicht einfangen, daß sie dann der Flamme nicht viel nachgeben, will ich hier nicht von neuem handeln. Ich nehme hier blos auf die schwache Elektricität Rücksicht, welche in der Atmosphäre in kleinen oder mittelmäßigen Höhen über der Erde zu herrschen pflegt. Obgleich ein Leiter, der sich blos in eine Spitze endigt, nicht im Stande ist, diese Elektricität in kurzer Zeit bis zum Punkte des Gleichgewichts einzufangen, was sich nur vermittelt der Flamme bewerkstelligen läßt, so zieht er doch nach und nach und äußerst langsam etwas wenig davon ein, wie ich bereits, als ich von den sehr hohen Franklinischen Leitern sprach, erinnert habe *), wo ich zeigte, daß sich in einer Viertelstunde und in noch weniger Zeit in einer kleinen Leidner Flasche so viel Elektricität anhäufen läßt, daß sie vermittelt des Kondensators merklich gemacht werden kann. Hier füge ich noch hinzu, daß dieser Uebergang der Elektricität aus der Luft in den atmosphärischen Leiter, außerdem daß er ungleich langsamer ist, als wenn man den Leiter mit einer Flamme versehen hat, eben so gut an der ganzen Oberfläche des Leiters, als an der Spitze, Statt findet; so wahr ist es, daß eine Spitze, wenn sie den elektrischen Wind nicht erregt, zu nichts dienen kann. Ich habe mich davon überzeugt, als ich am Leiter an die Stelle der Spitze eine Kugel angebracht hatte; denn als ich nun den Leiter, wie vorher, in die Höhe hob,

M 2

so

*) S. 114. f.

so bekam ich genau die vorigen Zeichen wieder *). Also geht die Elektricität (ich rede immer von der schwachen) nach und nach aus der Luft in den Leiter durch alle Berührungspunkte über, und zwar nur in denjenigen Theil des Leiters, welcher in die hohe elektrische Schicht eingetaucht worden ist.

Was ich von einem sehr hohen Franklinischen Leiter sage, gilt verhältnismässig auch von den weniger hohen, ja sogar von unserm tragbaren atmosphärischen Elektroskop, das nur wenig Fufs über die Erde erhoben wird. Auch in dieses geht ein wenig Elektricität aus der Luft allmählich über, wie ich schon an mehr als einer Stelle erinnert habe **); allein nur sehr selten häuft sich daselbst so viel an, dass sie gerade zu, d. i. ohne Beyhülfe der Leidner Flasche und des Kondensators, merklich wird. Wenn, wie bey heiterm Himmel gewöhnlich ist, dieses Elektroskop, ohne Flamme, mit dem blossen Leiter, nicht mehr als drey, vier, sechs Grad zufälliger oder vom blossen Druck abhängender Elektricität angibt (wofür man mit Beyhülfe der Flamme acht, zehn, funfzehn Grad wirklicher Elektricität erhalten würde), und ich dann diese zufällige Elektricität durch Berührung vernichte, folglich die Pendel zusammen fallen, so wird diese Divergenz derselben nicht wieder hergestellt; erst einige Minuten darauf gehen sie einen halben Grad, oder höchstens Einen Grad aus einander, und auch dies nicht einmal, wenn die Isolirung des Elektroskops nicht höchst

*) Dagegen liesse sich immer noch einwenden, dass die Luft-electricität unterdessen vielleicht stärker geworden ist. Diesem Zweifel zu begegnen, hätte der Verfasser den Versuch mit zwey Leitern von einerley Kapacität zu gleicher Zeit anstellen können. Anmerk. des Uebers.

**) S. 92. und 114. f.

höchst vollkommen ist, sondern die wenige Elektricität, die inzwischen aus der Luft in den Leiter übergeht, allmählich wieder ausströmen kann. Ist bey einer Gewitterwolke oder aus einer andern Ursache die atmosphärische Elektricität so stark, daß die Pendel des Elektroskops ohne Beyhülfe der Flamme funfzehn, achtzehn, zwanzig Grad divergiren (wofür sie mit der Flamme wohl vierzig bis funfzig Grad divergiren würden), so wird, wenn man diese Elektricität, die auch nur zufällig ist, gleichfalls durch Berührung vernichtet, sich auch hier wirkliche Elektricität aus der Luft in den Leiter ergießen; aber immer nur sehr langsam, und in so kleiner Quantität, selbst nach einigen Minuten, daß die Divergenz, anstatt auf vierzig oder gar funfzig Grad zu steigen, weit unter achtzehn und selbst funfzehn Grad bleibt, und kaum vier bis fünf Grad beträgt.

Allein was wird der Erfolg seyn, wenn man in dem erhobenen atmosphärischen Elektroskop die vom Druck abhängende Elektricität, die sich in ihm äußert, bestehen läßt, und sie nicht durch Berührung vernichtet? Wird dadurch die elektrische Materie gehindert werden, sich aus der Luft in den Leiter wirklich zu ergießen? Gewiß nicht; nur wird sie mit größerer Schwierigkeit und in noch kleinerer Quantität eindringen, weil ihr die zufällige Elektricität des Leiters, die auch nicht ohne alle Intensität ist, einen nicht geringen Widerstand entgegen stellt. Indessen kann hier und da, wo der Leiter nicht vollkommen isolirt ist, vielleicht mehr Elektricität ausströmen, als das beträgt, was derselbe aus der Luft mit so großer Schwierigkeit und so langsam einsaugt. Statt daß sich also, wenn man das Elektroskop lange Zeit in der Höhe hält, die Pendel weiter von einander entfernen sollten, wird

ihre Divergenz, wie auch die Erfahrung zeigt, merklich abnehmen müssen, weil die zufällige oder vom Druck abhängende Elektricität durch jene unvermeidliche Ausströmung mehr verliert, als durch die allmähliche Einfangung der elektrischen Flüssigkeit aus der Luft, welche dieselbe so hartnäckig zurückhält, wieder ersetzt werden kann.

Gleichwie die Luft einen Theil ihrer Elektricität, sie sey auch noch so schwach, an die metallenen Leiter früher oder später abgibt, die eigentlich in der Absicht errichtet worden sind, die Elektricität der Luft zu rauben, sie mögen übrigens auch noch so wenig, oder wohl ganz und gar nicht spitzig seyn; eben so gibt sie dieselbe auch an andere mehr oder weniger gute, eckigte oder ebene Leiter ab, auf welche sie zufälliger Weise trifft, wohin Bäume, Gebäude und andere Hervorragungen gehören. Diese Körper entziehen nach der Gröſſe ihres Umfangs, der Erhöhung, da sie sich befinden, und ihrer leitenden Kraft der Luft mehr oder weniger Elektricität: in Ermangelung derselben ziehen selbst die Ebenen und die offenen Felder einen Theil davon an; und dieser Verlust schränkt sich nicht bloß auf die nächste Luftschicht ein, sondern erstreckt sich nach und nach auf die angrenzenden, und zwar sehr langsam, wenn die Luft ruhig ist, geschwin- der aber, wenn sie sich dergestalt bewegt, daß eine Luftschicht mit der andern vermischt wird. Man sieht hieraus ein, warum nahe bey dergleichen Anhöhen, bey Häusern, Bäumen, in engen Thälern, zwischen den Mauern eines Hofes oder eines kleinen Gartens u. s. w. die Zeichen des atmosphärischen Elektroskops ohne Vergleichung schwächer sind, als an einem offenen und freyen Orte, so daß sie zuweilen selbst mit Beyhülfe der Flamme nicht merklich gemacht werden können,

nen, wenn man nicht überdies zum Kondensator seine Zuflucht nimmt; und warum diese Zeichen sogar mitten auf einem offenen Felde und selbst oben auf einem Hügel gleichfalls schwach und unmerklich gefunden werden, wenn man das Elektroskop zu nahe an der Erde hält, wo die Luft fast aller Elektricität beraubt ist. Warum wird aber die Luft durch die Erde nicht endlich aller ihrer Elektricität beraubt? Die Ursache davon ist, daß sich in der Luft alle Augenblicke neue Elektricität durch aufsteigende Dünste u. s. w. erzeugt.

Wenn die Luft sehr feucht ist, folglich wenig isolirt, so muß sie begreiflich ihre Elektricität, diese sey auch noch so schwach, leichter und geschwinder fahren lassen können. Dessen ungeachtet kann die Luft-electricität auch dann nicht in den spitzigen oder stumpfen Leiter unsers atmosphärischen Elektroskops mit der Schnelligkeit eindringen, als nöthig wäre, um den Leiter, wenn die zufällige Elektricität desselben, die z. B. sechs, acht, zehn Grad beträgt, vorsetzlich vernichtet worden, auch nur drey Grad stark zu elektrisiren. Auch hier wird, wenn man die zufällige Elektricität des Leiters bestehen läßt, d. h. den Leiter nicht berührt, die Divergenz der Pendel nicht wachsen, sondern vielmehr augenscheinlich abnehmen; um so mehr, da die Feuchtigkeit der Isolirung des Apparates außerordentlich nachtheilig ist, und sie ganz zerstört, wenn derselbe in der feuchten Luft allzu lange bleibt.

Ist endlich die Luft mit Dünsten überladen, herrscht bis auf die Erde herab ein dicker Nebel, fallen besonders kleine Tropfen daraus, und regnet oder schneyet es gar, so bekommt der atmosphärische Leiter nun nicht mehr blos von der Luft, sondern auch von den Schneeflocken und Regentropfen, beides leitenden Substan-

zen, Elektricität, so daß er in kürzerer Zeit merklich elektrisirt wird, und seine Elektricität, wenn sie durch Berührung zerstört worden, sehr bald wieder erhält. Bey dem allen wird auch dann die Elektricität des Leiters lange nicht so stark seyn, als die Elektricität der Luftschicht, in welcher sich die Spitze desselben befindet, mit einem Worte, als sie seyn würde, wenn man oben an der Spitze eine Flamme angebracht hätte. Ich habe diese Versuche bey Regen- und Schneewetter, sowohl mit dem kleinen Taschenapparate, als mit dem größern, dessen Leiter eine Laterne trägt, und der bey dergleichen Witterung vortreflich zu gebrauchen ist, mehr als einmal angestellt, und die Zeichen von Lustelektricität, die ich mit Beyhülfe der Flamme und ohne dieselbe erhielt, unter einander verglichen. Wenn diese Zeichen vermittelt der Flamme z. B. auf zwanzig, dreyßig, vierzig Grad stiegen, und durch Berührung vernichtet, in weniger als einer Minute dieselbe Stärke wiederum erreichten, so stiegen sie ohne die Flamme, es mochte übrigens noch so stark regnen oder schneyen, kaum auf die Hälfte, d. i. auf zehn, funfzehn, zwanzig Grad, und stellten sich, durch Berührung zerstört, erst nach mehrern Minuten wieder her. War der Regen schwach, und fielen nur wenig Schneeflocken, so erhielt ich noch viel schwächere Zeichen, nur von vier, sechs, acht Grad. War die Luft blos neblig, der Nebel mochte auch noch so dick seyn, wenn nur keine Tropfen daraus fielen, so bekam ich kaum zwey bis drey Grad; da doch, wenn ich die Flamme spielen ließ, die Elektricität auf zwanzig, dreyßig, vierzig Grad stieg.

Will man daher auch bey äußerst feuchter Luft, bey Nebeln, bey Regen- und Schneewetter, so wie bey heiterer und trockener Luft, starke Zeichen von
Luft-

Luftelektricität erhalten; soll auch dann der atmosphärische Leiter eine eben so starke, nicht zufällige, sondern wirkliche Elektricität bekommen, wie die Elektricität der Luftschicht ist, auf die er erhoben wird: so muß man ihn mit dem brennenden Schwefelfaden oder mit einer andern Flamme bewaffnen; sonst zeichnet sich das Resultat des Versuchs gar zu wenig aus, und das Elektrometer ist nicht im Stande, den eigentlichen Zustand und den Grad der atmosphärischen Elektricität genau anzugeben.

Aus dem, was wir gesehen haben, erhellt also, daß die Luft auch bey dem dicksten Nebel und bey häufigem Regen doch noch kein guter Leiter ist; denn auch dann setzt sie ihre Elektricität an die leitenden Körper, die man ihr darbietet, nicht ohne Schwierigkeit ab, und wird derselben durch die Berührung mit der Erde, den Bäumen und den Erhöhungen nicht gänzlich beraubt, wenn auch der Nebel oder Regen Stunden, ja Tage lang anhält. Indessen ist nicht zu läugnen, daß sie sich alsdann ihrer Elektricität in weit größerer Menge und viel schneller entladet, als wenn sie weder neblig, noch regnig ist, oder der Nebel den Erdboden nicht berührt.

Ueberlegt man, daß der Nebel bey aller dieser häufigen und anhaltenden Entladung durch die Bäume, die Häuser, die Oberfläche der Erde, die er umgibt und befeuchtet, auch nachdem er mehrere Stunden, ja zuweilen ganze Tage gedauert hat, doch noch so stark elektrisch ist, daß er die gewöhnliche Elektricität bey heiterm Himmel bey weitem übertrifft, wie ich nach RONAINÉ'S, HENLY'S, CAVALLO'S *), DESAUSSURE'S **) und anderer Naturforscher Erfahrungen, so

M 5

wie

*) Man sehe die philosophischen Transactionen.

**) Man sehe das angeführte Werk.

wie nach meinen eignen Beobachtungen, deren zu Ende des vorigen Briefes kürzlich Erwähnung geschehen ist, an mehr als einer Stelle erinnert habe; bedenkt man, sage ich, daß der Nebel dieses großen Verlustes ungeachtet doch immer an Elektrizität, und zwar an positiver reichhaltig bleibt, so muß man nothwendig erstaunen, und daraus den Schluß ziehen, daß die Menge der elektrischen Flüssigkeit, welche die Dünste, indem sie sich in einen Nebel verdichten, fahren lassen, über alle Vorstellung groß und wirklich ungeheuer ist. Was muß nicht erst geschehen, wenn diese Verdichtung der Dünste in der Höhe Statt findet, und den Nebel weit über der Erde erzeugt, so daß er von derselben durch eine dicke, nicht sehr feuchte Luftschicht getrennt wird? Welche Stärke wird die Elektrizität nicht erst in einer solchen Wolke erreichen, da selbige nicht, wie niedrige Nebel, im Stande ist, sich der übermäßigen Menge elektrischer Flüssigkeit in einem fort zu entladen? Gewiss eine Stärke, von der man sich gar keine Vorstellung machen kann. Man darf sich daher auch nicht wundern, daß sich dergleichen Wolken mit mehrerm Geräusche, mit Donner, Blitz u. s. w. zu entladen suchen. Doch dies ver spare ich, weil dieses Schreiben schon zu lang geworden ist, auf die folgenden Briefe. Ich verharre u. s. w.

Fünfter Brief.

Bis jetzt habe ich, wenn ich von der außerordentlichen Kraft der Flamme, die Elektricität aus der Luft einzufaugen, und in die mit ihr verbundenen Leiter zu führen, sprach, nur auf die Untersuchung der atmosphärischen Elektricität bey heiterm Himmel, bey Nebeln, Regen und Gewittern, um Beobachtungen zu sammeln, wodurch die elektrische Meteorologie erweitert werden kann, Rücksicht genommen. Sollte aber die Sache nicht noch einen andern nach vieler Urtheile erheblichen Vortheil gewähren, ich meine, ein Mittel an die Hand geben können, die heftige Elektricität der Gewitterwolken, welche unsern Feldern und Häusern drohen, grossentheils zu zerstreuen? Was versprochen uns nicht die Franklinischen Leiter, oder vielmehr die schwärmerischen Lobredner dieser in der That erstaunenswürdigen Erfindung? Es sollte dadurch nicht nur der Blitz, im Fall er den Leiter wirklich träf, sicher abgeleitet und auf eine unschädliche Weise unter die Erde geführt (eine Sache, die auch durch die Erfahrung, man mag dagegen sagen, was man will, vollkommen bestätigt wird), sondern selbst die Elektricität der Gewitterwolken stillschweigend entladen werden können. Man begnügte sich nicht, zu versichern, daß durch die sogenannten Blitzableiter nicht nur allem Schaden, den der Blitz anzurichten vermag, sondern selbst dem Ausbruch desselben vorgebeugt werden könnte; eine Versicherung, die schon übertrieben ist, da gar nicht selten Blitze auf die Leiter selbst gefallen sind, und die Spitzen derselben geschmolzen haben,
Cohne

(ohne jedoch sonst zu schaden, wenn anders die Leiter gehörig angebracht waren): man ging noch weiter, und glaubte, oder wollte es andern glaublich machen, daß es durch Vervielfältigung hoher und spitziger guter Leiter in den Städten und Wohnörtern sowohl als auf freyem Felde wohl möglich seyn möchte, die Gewitter, wo nicht ganz zu zerstreuen, doch wenigstens zu mäßigen, und ihre Elektricität zu erschöpfen, und auf diese Weise ausser den andern schädlichen Wirkungen derselben auch die Bildung des Hagels zu verhindern. Unter den Naturforschern, welche sich solcher Uebertreibungen schuldig machen, will ich nur Herrn BERTHOLON nennen, der in verschiedenen sonst sehr schätzbaren Abhandlungen und in seinem neuen Werke *über die Elektricität der Meteore* *) dieses Mittel wirklich vorschlägt. Ueberall sieht dieser Gelehrte die Elektricität im Spiel, und von ihr leitet er alles her. Nach ihm erzeugt sie nicht nur die Gewitter, die Wasserhosen auf dem Meere und dem festen Lande, die Nordlichter, sondern auch die Sternschnuppen und Feuerkugeln, Regen, Wind, Thau, Erdbeben, und vulkanische Ausbrüche, kurz alle und jede, blos atmosphärische, oder erdig-atmosphärische, Phänomene; der Haushaltung der Pflanzen und Thiere zu geschweigen, die er in andern Schriften, welche davon eigentlich handeln, demselben Elemente, der elektrischen Flüssigkeit, ganz unterordnet, indem er vom Ueberflusse oder Mangel dieser Flüssigkeit die verschiedenen Temperamente und fast alle Krankheiten, welche er diesem willkührlich angenommenen Systeme gemäß einzutheilen kein Bedenken trägt, herleitet.

So weit kann man sich verirren, wenn man alles auf allgemeine Gesetze zurückführen, und von einer ein-

*) *De l'Electricité des Météores*, 1787.

einzigsten Ursache ableiten will! Es hat mir immer Vergnügen gemacht, das Gebieth der Elektricität erweitert zu sehen, und ich schmeichle mir, durch meine Entdeckung, daß durch die Bildung der Dünste negative, und durch die Verdichtung und Zerstörung derselben positive Elektricität erzeugt wird *), selbst etwas dazu beygetragen zu haben; eine Entdeckung, die, wo nicht auf die einzige, doch gewiß auf die Hauptquelle der atmosphärischen Elektricität führt, und den Gang derselben befriedigender erklärt, wie ich zum Theil schon in den vorigen Briefen gezeigt habe, und in den folgenden noch ausführlicher zu zeigen suchen werde; nur muß man dabey nicht die Grenzen überschreiten.

Wenn ich daher die Kräfte und den vortheilhaften Gebrauch der atmosphärischen Leiter und besonders der Flamme in Rücksicht der Einsaugung der Luftelektricität rühme, so bin ich weit entfernt, mir dergleichen Uebertreibungen zu Schulden kommen zu lassen. Ich bin weit entfernt, zu behaupten, daß die Flamme die heftigsten Gewitter unfehlbar und völlig zerstreuen kann, oder ein sicheres Mittel gegen die Bildung des Hagels, die Entstehung der Sturmwinde u. s. w. ist. Ich sage nur, daß, wenn es anders möglich ist, dem Ausbruch der Gewitter zuvorzukommen, oder die Heftigkeit derselben zu mäßigen, man wegen des entschiedenen Vorzugs der Flamme vor den bloßen spitzigen Leitern in Rücksicht der Einsaugung der atmosphärischen Elektricität viel mehr von einigen hier und da im Freyen, besonders auf Anhöhen angezündeten Feuern, als von allen spitzigen Leitern, so viel man deren auch aufrichten mag, erwarten kann; denn da jede Flamme in der
Luft

*) Man sehe oben S. 144. ff. Anm.

Luft eine große Strömung bewirkt, die bey weitem stärker ist, als der elektrische Wind, den je eine Spitze hervorbringen kann, so würde sie in kurzer Zeit eine sehr große Masse von Luft und Dünsten, diese hierauf die über ihr befindlichen geladenen Wolken u. s. w. der Elektricität berauben.

Wie also? Dürfen wir etwa hoffen, daß wir durch dergleichen Flammen und Rauchsäulen die heftigsten Gewitter eben so leicht erschöpfen und zerstreuen werden, als die Sonne den Morgennebel mit ihren Strahlen zerstreut? Wer dieß erwartet, der täuscht sich außerordentlich. Was sind wohl die wirksamsten Mittel, deren sich die Kunst bedienen kann, gegen die unwiderstehlichen Kräfte der Natur? Was der Mensch gegen ihre unermessliche Größe? Wie lächerlich, durch Kanäle, wären sie auch noch so breit und tief, das Wasser des Weltmeeres abzuleiten, gesetzt auch, man wollte es nicht ausleeren, sondern nur seine Tiefe etwas vermindern! Ein Gewitter ist ein Meer von Elektricität, und die aufsteigenden Flammen sind Kanäle, dasselbe auszuleeren; wie wenig werden sie daher ihre Absicht erreichen können!

Man sieht, was ich mir schon selbst für Einwendungen mache. Wenn ich indessen die Sache ruhiger überlege, so bedenke ich, (und ich wünsche, daß es jeder mit mir bedenken mag,) daß die Natur, ob sie gleich überall Vorstellung mächtig ist, doch nicht immer ihre Phänomene im Großen hervorbringt, so weit sich ihre Kräfte, jede für sich und im höchsten Grade betrachtet, erstrecken, und so weit sie es unter gewissen der Entwicklung dieser oder jener Kraft günstigen Umständen treiben kann, sondern dieselben meistens eben durch diese Kräfte, die sehr oft einander entgegen gesetzt sind, und vermöge einer bewundernswürdigen

digen Harmonie der Naturgesetze einander das Gleichgewicht halten, zu mäßigen weiß. Das unermessliche Weltmeer ist so gut ein Werk der Natur, als kleine Landseen und Teiche; braufende Ströme so gut, als rieselnde Bäche; sie bildet eben so gut kleine Hügel, als hohe Gebirge; erregt sanfte Lüftchen; läßt den Thau allmählich fallen; erzeugt lockern Nebel, kleine Wolken, gelinden Regen; bringt die ruhige und gemäfsigte Luftelektricität hervor: und dieß alles durch dieselben Kräfte, durch welche sie unter andern Umständen Stürme und Orkane erregt, die Erde überschwemmt, Gewitterwolken bildet und anhäuft, Donner und Blitz hervorbringt, und die ganze Atmosphäre entzündet. Ueberlegt man daher, daß die Natur nicht immer gewaltsam wirkt, daß vielmehr die entgegengesetzten Fälle unendlich häufiger sind, kurz daß, wie der gelehrte RICATI sich ausdrückt, das System der Natur im Ganzen genommen ein gemäfsigtes System (*sistema moderato*) ist; überlegt man, daß alle Phänomene derselben durch die Verbindung so vieler und so mannigfaltiger Umstände nach allen verschiedenen Stufen der Stärke, von der größten unwiderstehlichen an bis auf die kleinste unmerkliche, Statt finden müssen: so wird man sehen, daß es auch unter den Gewittern, von den heftigsten und fürchterlichsten an bis auf die kleinsten und unschädlichen herab, welche von mittlerer Stärke geben muß, die zwar immer noch nachtheilig oder gefährlich, aber doch nicht unüberwindlich, mit einem Worte, die so beschaffen sind, daß sie durch mehr oder weniger an schicklichen Stellen angezündete Feuer ihrer Elektricität so weit beraubt werden können, daß sie verschwinden, oder wenigstens das Vermögen zu schaden verlieren. Und warum sollten, wenn die Menge der angehäuften elektrischen Flüssigkeit zwar groß, aber doch nicht unendlich ist, so viel gute Auslader,

lader, wie die Flammen find, fie nicht zerftreuen, oder wenigftens beträchtlich vermindern können? So läßt fich durch mehrere Kanäle ein Sumpfaustrocknen, oder die Oberfläche eines Landfees beträchtlich erniedrigen, wenn auch bey dem Weltmeere die Wirkung nicht in die Augen fällt. In der That fehe ich nicht, daß es etwas abgefchmacktes fey, zu hoffen, daß man vermittelt vieler Feuer einige Gewitter, wenn auch nicht die am weitesten ausgedehnten und fürchterlichften, doch wenigftens die in einen kleinen Raum eingefchränkten und gemäßigtern, aber immer noch Hagel oder ein anderes Uebel drohenden, zwar nicht ganz zerftreuen, aber doch um vieles mildern werde, fo daß fie ganz unſchädlich, oder weniger nachtheilig werden, und nicht fo lange dauern. Unter ſolchen Einſchränkungen darf dieſe Hoffnung nicht lächerlich ſcheinen, wenigftens kann ſie aufmuntern, Verſuche anzustellen, die allein den Nutzen der Methode, welche ich vorzuſchlagen wage, entſcheiden werden.

Und welche Methode ſchlage ich denn vor? Eine, die, weit entfernt, neu zu ſeyn, ſchon ſeit dem früheſten Alterthume angewandt worden iſt, würde einer jener Gelehrten ſagen, welche in den Gebräuchen der Alten, beſonders in den Gebräuchen des fabelhaften Zeitalters, die ganze Natur erklärt zu finden glauben. Was iſt in der That allgemeiner geweſen, als den Gottheiten des Himmels mit Feuer und Flammen und Rauch im Freyen und auf den höchſten Bergen ein Opfer zu bringen? War nicht dabey die Abſicht der erſten Menſchen, den Zorn des Himmels zu heſänftigen, die Strenge ſeiner Drohungen zu mindern, kurz, Jupiter's donnernden Arm durch Brandopfer, durch reine Flammen, und durch angenehmen Rauch zu entwaffnen? Wir wiſſen zwar erſt ſeit einigen Jahren, daß

dass dieser donnernde Jupiter, diese fürchterliche Kraft der Wolken, welche von den schwachen Sterblichen vergöttert worden ist, welche den Blitz und andere Meteore erzeugt, dem Himmel ein drohendes Ansehen gibt u. s. w., nichts anderes als Elektricität ist; und ich habe erst jetzt entdeckt, dass die Flamme und der Rauch mehr, als man denken sollte, geschickt sind, der Luftschicht über uns diese mächtige Elektricität zu entziehen. Allein die Alten, würde mein gelehrter Antiquar behaupten, wussten dies alles, so wie ihnen auch schon alle Entdeckungen der Neuern bekannt waren *); diese Kenntnisse sind nur in den folgenden Jahrhunderten vergessen worden, und man hat zu unsern Zeiten weiter nichts gethan, als sie wieder hervorgesucht. Die Alten, würde er sagen, aber nur die, welche in den entfernte-

*) Hierüber verdienen eine schöne Schrift des Herrn L. DUTENS: *Recherches sur l'origine des decouvertes attribuées aux modernes*, 1766, und die Zusätze dazu nachgelesen zu werden. Man erstaunt, wenn man sieht, wie der Verfasser in den Werken der Alten die Theorien der Neuern und die Entdeckungen, die man für neu hält, zu finden bemüht ist. Wie weit er hierin glücklich gewesen ist, kann ich nicht entscheiden, und möchte es auch nicht, wenn ich auch könnte. Anm. des Verf. — Die Schrift des Herrn DUTENS ist auch ins Deutsche übersetzt: *Untersuchungen über den Ursprung der Entdeckungen, die den Neuern zugeschrieben werden*, Leipzig, 1772, 8. Neuerlich ist eine italienische Uebersetzung mit Zusätzen des Uebersetzers erschienen: *Origine delle scoperte attribuite a' moderni* — del Sg. L. DUTENS — traduzione — accresciuta dal traduttore di un terzo tomo 3. Voll. Venezia, 1789, 8. Vortreffliche Erinnerungen gegen des Verf. Behauptungen enthalten einige Aufsätze im ersten Theil des *Philosophen für die Welt*, von J. J. Engel, Anmerk. des Uebers.

ferntesten Zeiten gelebt haben, kannten schon die atmosphärische Elektricität, ihre Natur, und die Mittel, sie zu zerstreuen; denn als die Menschen in den spätern Jahrhunderten, anstatt, wie zuvor, den Göttern im Freyen zu opfern, anfangen, prächtige Tempel zu errichten, und in denselben ihre Opfer darzubringen, Weihrauch anzuzünden u. s. w., so hatten sie schon die Hauptabsicht der Opfer aus dem Gesicht verloren, welche ursprünglich und in den frühesten Zeiten dahin zielten, durch Rauch und Flammen, die man in die Region der Wolken gerade zu aufsteigen ließ, nach der Sprache der Religion Ruhe und Friede zwischen dem Himmel und der Erde zu erhalten, d. h. nach der Sprache der Physik, die Vertheilung und das Gleichgewicht der Elektricität, die so fürchterlich ist, wenn ihr Gleichgewicht aufgehoben worden, zu befördern. Da inzwischen von den alten Entdeckungen, wenn sie gleich in Vergessenheit gerathen, doch immer noch etwas übrig bleibt, und sich oft Spuren davon in gewissen mit der Zeit unverständlich gewordenen Gebräuchen finden, und da nach dem Urtheil meines Antiquars den Menschen im frühesten Alterthume auch die Eigenschaft der Spitzen und der ununterbrochen bis in den Erdboden fortgesetzten metallenen Leiter, die Gebäude vor den Nachtheilen des Blitzes zu schützen, hat bekannt seyn müssen: so sieht man, würde er fortfahren, wie viel diesen Ueberbleibseln früherer Kenntnisse der Bau des berühmten Tempels zu Jerusalem (sowohl des ersten von Salomo aufgeführten, als des zweyten, der zu den Zeiten des Herodes gebaut worden) verdankt; denn das Dach desselben war ganz mit Goldblechen bedeckt, und mit vielen vergoldeten Spitzen versehen, und stand außerdem durch andere ähnliche Bleche, welche das Gebäude bekleideten, und durch Kanäle, welche in Cisternen, die sich darunter befanden, geleitet waren, mit

mit der Erde in einer ununterbrochenen leitenden Verbindung.

Die metallene Bekleidung des Tempels zu Jerusalem, wodurch dieses Gebäude nicht nur vor allem Schaden, den der Blitz verursachen konnte, sondern sogar vor dem Ausbruche desselben geschützt wurde, so daß über tausend Jahr lang kein Blitz darauf hat fallen können, ob es gleich seiner Lage wegen mehr, als irgend ein anderes Gebäude, den in Palästina so häufigen Gewittern ausgesetzt war, hat vor nicht langer Zeit einen Briefwechsel zwischen Ihnen und dem Herrn MICHAELIS veranlaßt *). Nachdem Sie alle Punkte mit tiefer Gelehrsamkeit untersucht und die Theorie der Elektrizität darauf scharfsinnig angewandt haben, kommen Sie, meines Erachtens mit gutem Grunde, dahin überein, daß Salomo, von der göttlichen Vorsehung geleitet, jenes wunderbare Gebäude, ohne die Ursache davon zu wissen, ja ohne einmal daran zu denken, vor dem Blitze gesichert hat.

Da ich mit Ihnen und mit Herrn MICHAELIS annehme, daß Salomo die metallenen Spitzen an dem Tempel aus einer ganz andern Absicht angebracht hat, als um die Materie des Blitzes in die Erde auf eine unschädliche Weise abzuleiten, wiewohl dadurch auch dieser Vortheil, an welchen bei der Aufführung des

N 2

Ge-

*) Man sehe das Journal de Physique A. 1784. et 1785. Correspondance entre M. de MICHAELIS Professeur en Langues Orientales à Goettingue et Mr. LICHTENBERG Professeur en Physique sur un trait de l' Histoire ancienne au sujet des Conducteurs, aus dem Deutschen übersetzt. Anm. des Verf. Das Original dieses Briefwechsels findet sich in dem göttin- gischen Magazine. Anm. des Ueb.

Gebäudes gar nicht gedacht wurde, erreicht worden ist: so brauche ich Ihnen wohl nicht erst zu sagen, ob ich glaube, daß zu diesem Endzwecke die religiösen Feuer von den ersten Menschen angezündet worden sind. Gewiß kann so etwas niemand, als ein schwärmerischer Antiquar, behaupten. Sie haben an der Untersuchung der Blitzableiter des Tempels zu Jerusalem Antheil genommen; um so eher werden Sie mir verzeihen, daß ich mich in diesem Schreiben bey einem verwandten Gegenstande, den Opferfeuern des Alterthums auf freyen Plätzen, etwas aufgehalten habe.

Ich schliesse diesen Brief, der, ich gestehe es, nichts als Muthmassungen und, ich weiß nicht ob erhabene, oder ausschweifende Ideen enthält. Dafür sollen die folgenden Briefe ganz anderer Art seyn: ich werde darin Thatfachen und Beobachtungen vortragen, und mich mehr, als in allen vorhergehenden Schreiben geschehen ist, auf die Phänomene der atmosphärischen Elektricität einlassen. Ich verharre u. s. w.

Sechster Brief.

Ich erfülle eher, als ich dachte, mein Versprechen, Ihnen meine Beobachtungen und Gedanken über verschiedene Phänomene der elektrischen Meteorologie mitzutheilen.

An mehrern Stellen der vorhergehenden Briefe habe ich die schon im Anhange zu meiner Abhandlung über den Kondensator *) aufgezeichneten Versuche über die künstliche Erzeugung der Elektricität durch bloße Verdampfung anzuführen Gelegenheit gehabt, und gezeigt, wie sich auf dieselben meine Theorie des Ursprungs der natürlichen atmosphärischen Elektricität und ihrer Veränderungen gründet. Bevor ich mich nun hier auf die Anwendung dieser Sätze auf die verschiedenen meteorologischen Phänomene weiter einlasse, scheint es mir zweckmäfsig, bey diesen Versuchen selbst, vor allen Dingen aber bey verschiedenen Umständen, ohne welche dieselben entweder gar nicht, oder nicht so gut von Statten gehen, noch etwas zu verweilen. Es scheint mir diess um so nothwendiger, da ich erfahren habe, dafs einige dieser Versuche, die freylich in jenem Anhange nicht umständlich beschrieben worden sind, einigen, übrigens sehr geübten, Physikern bey der Wiederholung nicht haben gelingen wollen. Ich meine nicht Sie, denn Ihnen sind sie, wie ich weifs, alle geglückt; auch rede ich nicht von den

N 3

Ver-

*) Philosophical Transactions, 1781. Journal de Physique, 1783. u. a. a. O.

Versuchen mit kochendem oder auf glühende Kohlen und andere heiße Körper gespritztem Wasser, die fast allen, welche sie nach mir angestellt haben, gelungen sind; ich meine bloß die Versuche, wo man Kohlen allein verbrennen läßt, die mir sehr gut, ja noch besser, als die andern, gelingen, indem ich dann bestimmtere und merklichere Zeichen von Elektrizität erhalte. Nur diese Versuche sind es, die aus Mangel der nöthigen Aufmerksamkeit in Anderer Händen meistens nicht recht glücken wollen.

Zuvörderst muß man die Verbrennung dergestalt mäßigen, daß nicht die geringste Flamme ausbricht, und so wenig als möglich Rauch aufsteigt. Dieser Rauch, noch mehr aber die Flamme würde die Elektrizität, welche durch die Bildung der Dämpfe erzeugt wird, wiederum allmählich vernichten. Dieses Vermögen der Flamme, die Elektrizität zu zerstreuen, habe ich in meinem vierten Schreiben umständlich erörtert, wo ich gezeigt habe, daß dadurch in kurzer Zeit jeder mit der Flamme zusammen hängender Körper mit der ihn umgebenden Luft vermöge des heftigen Luftstroms, welchen die Flamme verursacht, und der starken Erhitzung und Verdünnung der dieselbe berührenden Lufttheilchen, wodurch sie leitend werden, in ein elektrisches Gleichgewicht gesetzt wird. Ist also die Luftelektrizität Null, was nützt mir dann die im Apparate durch die Verdampfung oder Verbrennung erzeugte Elektrizität, wenn sie in die Luft übergeht, wenn der Apparat vermittelt der Flamme mit der nicht elektrischen Luft ins Gleichgewicht kommt?

Wenn aber auch keine Flamme, und nicht sonderlich viel Rauch von den Kohlen, die z. B. in einem isolirten Kohlenbecken verbrennen, aufsteigt, so muß doch die Luft, welche von allen Seiten zuflömt,
um

um die Stelle der durch die starke Hitze verdünnten und in die Höhe getriebenen einzunehmen, und durch die Berührung der glühenden Kohlen sich gleichfalls so sehr erhitzt, daß sie fast ein guter Leiter wird, auch gutentheils die Elektrizität zerstreuen, welche die Bildung der Dämpfe in dem Kohlenbecken hat hervorbringen können, das, von allen Seiten mit dieser zu- und abfließenden heißen Luft umgeben, schwerlich noch isolirt heißen kann. Diesem Uebel läßt sich bis auf einen gewissen Grad abhelfen: man darf nur den Versuch auf irgend eine Art so einrichten, daß die Verbrennung recht langsam und schwach sey, und die Luft nicht sehr bewegt werde.

Die Naturforscher, denen es nicht hat gelingen wollen, durch bloße Verbrennung Zeichen von Elektrizität zu erhalten, und die daher diesen Theil meiner Entdeckung bezweifelt haben, so wie diejenigen, die nur sehr schwache Zeichen bekommen haben, sind hierauf, glaube ich, nicht aufmerksam genug gewesen; sie haben nicht gewußt oder nicht bedacht, daß Ströme von Rauch oder sehr erhitzter Luft, besonders aber die Flamme, vorzüglich geschickt sind, die Elektrizität zu zerstreuen, und daß hierin die Flamme alle andere Körper, selbst die schärfsten metallenen Spitzen, übertrifft, wie ich in den vorigen Briefen weitläufig gezeigt habe. Ich bitte sie daher, die Versuche auf die Weise zu wiederholen, die ich sogleich beschreiben werde, und nach welcher ich, weil sie die leichteste ist, meistens zu verfahren pflege.

Ich setze auf ein hinlänglich isolirendes Bänkchen einen kleinen tragbaren Ofen, und werfe zwey bis drey kleine glühende Kohlen von der Grösse einer Haselnuss hinein, die ich mit einer Hand voll anderer nicht glühender Kohlen bedecke, welche ich, wenn sie zu trocken sind, etwas anfeuchte. Diese verstärken das Feuer nicht nur

nicht, sondern schwächen es sogar, und würden es auslöfchen, wenn ich es nicht durch Blafen mit dem Munde, oder noch besser durch Oeffnung des Thürchens des Afchenheerdes, wodurch ein Luftzug von unten her aufwärts entfteht, ein wenig belebte. So bald das Feuer die fchwarzen Kohlen zu ergreifen und fich durch fie zu verbreiten anfängt, fo zeigt fich der ganze Apparat, d. i. der Ofen und das Ifolirbänkchen, dermaßen elektrifirt, daß die Strohhalme meines empfindlichften Elektrometers, welches damit in Berührung gebracht worden, eine, dann zwey, drey, vier und noch mehr Linien weit aus einander fahren, und Stückchen Blattgold und fogar Stäubchen Afche zu hüpfen anfangen. Zerftört man diefe Elektrizität durch Berührung, fo wird man fie in fehr kurzer Zeit, in weniger als einer Minute, wieder entftehen fehen: läßt man fie befehen, fo wird fie nicht über eine gewiffe Grenze, z. B. über acht oder zehn Grad, wachfen; fie wird aber in diefem Zustande fo lange bleiben, als bey mäßigem Luftzug diefelbe langfame Verbrennung dauert.

Geht aber die Verbrennung zu fehnell von Stat-
ten, und wird fie ftärker, und mit grofser Hitze und einem fehr heftigen Luftzug begleitet, was man fogar fehen kann, weil dann die Ströhmung in der Luftfäule über dem Ofen augenfcheinlich wird: fo nimmt die Elektrizität im Apparate beträchtlich ab. Sie wird, wie man leicht denken kann, von der Luft, die von unten hinzutritt, durch das Feuer geht, fehr erhitzt aufsteigt und die fo eben gedachte Säule bildet, grofsentheils mit weggeführt und zerftreut. Zulezt verfehwindet alle Elektrizität, fo bald als die Verbrennung noch ftärker wird, eine Flamme entfteht, und diefe ein wenig in die Höhe steigt.

Ich

Ich muß hier erinnern, daß, wenn ich anstatt des Ofens ein bloßes Kohlenbecken auf das Isolirbänkchen setze, die Elektricität alsdann, ich mag übrigens die Verbrennung der Kohlen noch so sehr mäßigen, und alle Flamme verhüten, beträchtlich schwächer ist, als wenn ich mich des Ofens bediene: es hält dann schwer, merkliche Zeichen zu bekommen, ohne zum Kondensator seine Zuflucht zu nehmen. Woher kommt dieser Vorzug des Ofens vor einem bloßen Kohlenbecken? Und was trägt die Struktur des Ofens zur Erzeugung der Elektricität bey? Ich will einen Augenblick annehmen, daß sie auf die Entstehung derselben (die in der That nur von der Verbrennung, wie fern diese eine Verdampfung oder Verflüchtigung ist, abhängt) gar keinen Einfluß hat; so würde es schon bey dieser Voraussetzung nichts geringes seyn, wenn die Struktur des Ofens dazu beytragen könnte, die Zerstreuung der Elektricität zu vermindern. Und so verhält sichs in der That; denn die hohen Wände, welche die Kohlen umgeben, verhindern den Zufluß von Luft, welcher bey dem Kohlenbecken oder bey einem andern ähnlichen weiten und flachen Gefäße auf allen Seiten Statt findet, und lassen in den Ofen durch die Oeffnung unter dem Roste nur wenig Luft eindringen, wodurch zwar die schwache Verbrennung unterhalten, aber doch nicht sehr viel Elektricität mit fortgeführt werden kann. Ich sage *nicht sehr viel*; denn der Luftzug mag auch noch so mäßig seyn, und die Kohlen noch so schwach brennen, so muß doch immer eine beträchtliche Menge der durch die Verbrennung erzeugten Elektricität von dieser Luft mit fortgerissen werden; so daß die Zeichen, welche wir erhalten, niemals alle diese Elektricität, sondern nur einen Ueberrest derselben zu erkennen geben.

Wenn, was hier beyläufig bemerkt zu werden verdient, dieser Ueberrest noch so groß ist, daß der ganze Apparat, d. h. der Ofen mit seinem Stative und ein langer mit dem Elektrometer verbundener Metalldraht, zuweilen acht, zehn, und noch mehr Grad stark, in weniger als einer Minute, folglich durch sehr wenig Dämpfe, schon durch die Verflüchtigung einiger weniger Grane, welche zwey bis drey sehr langsam verbrennende Köhlchen diese Zeit über verlieren, negativ elektrisirt werden kann; wie groß wird nicht erst die Menge elektrischer Flüssigkeit seyn müssen, welche eine beträchtliche Masse von Dünsten mit sich fortzuführen im Stande ist, und vollends die, welche die Dünste, die sich von der Oberfläche der Erde überall erheben, mit sich fortreißen? Wer wird sich nun noch wundern, daß eine solche, übrigens noch so ruhige und langsame, Verdunstung der in der ganzen Atmosphäre zerstreuten Elektricität und den fürchterlichsten Meteoren hinlänglichen Stoff zuführen kann?

Um auf die Form des Gefäßes, wo die Kohlen brennen, zurückzukommen, bemerke ich, daß die Voraussetzung, als habe dieselbe auf die Erzeugung der Elektricität an und für sich keinen Einfluß, keinesweges gegründet ist. Ich behaupte vielmehr, daß sie darauf einen sehr merklichen Einfluß äußert, und das zwar aus folgendem Grunde. Die hohen Wände des Ofens, welche die wenige Luft, die zwischen ihnen strömt, zusammen halten, befördern dadurch die Erzeugung der Elektricität, daß sie den verflüchtigten Theilen, den elastischen Dämpfen, die vom Grunde des Ofens aufsteigen, denjenigen Theil der elektrischen Flüssigkeit hergeben, der nöthig ist, wenn sich die Dämpfe ihrer neuen Kapazität gemäß sättigen sollen. Meine Theorie gründet sich bekanntlich auf folgenden

genden Satz: ein Körper, der verflüchtigt wird, und die Form eines elastischen Dampfes überkommt, erhält zugleich eine weit grössere Kapazität, wodurch er den Gesetzen des elektrischen Gleichgewichts zu Folge eine neue Dosis elektrischer Flüssigkeit einzufaugen strebt. Nun können die Dämpfe in dem Augenblicke, da sie gebildet werden, so viel, als zu ihrer Sättigung erfordert wird, nicht wohl erhalten. Man begreift leicht, daß diese aus den Kohlen ausgetriebenen Dämpfe in dem Augenblicke ihrer Entstehung unmöglich Zeit haben können, sich mit elektrischer Flüssigkeit zu sättigen, so viel es ihre große Kapazität erfordert, und daß sie folglich die noch fehlende Quantität dieser Flüssigkeit den Wänden des Ofens, welche sie bey dem Aufsteigen berühren, rauben müssen. Fehlen dergleichen Wände, so verliert der Apparat, von welchem die Dämpfe zu schnell losgehen, sehr wenig Elektrizität, und wird folglich nur sehr schwach negativ elektrisirt, wie gedachter Massen bey dem Kohlenbecken oder einem andern breiten und flachen Gefässe der Fall ist; indess die Dämpfe, was sie noch von elektrischer Flüssigkeit brauchen, nach und nach und mit großer Schwierigkeit aus der Luft, durch die sie aufsteigen, anziehen, wodurch auch diese negativ elektrisirt wird, jedoch nicht merklich, da die Quantität der Dämpfe in Vergleichung mit der großen Luftmasse nur sehr wenig beträgt.

Auf gleiche Weise stelle ich mir vor, daß die Dünste, die täglich von der Oberfläche der Erde aufsteigen, die elektrische Flüssigkeit, die sie nicht entbehren können, theils dem Erdboden, von dem sie los gehen, theils den Pflanzen und andern Erhöhungen, welche sie bey dem Aufsteigen berühren, theils endlich den Luftschichten, welche sie durchstreichen, zu ent-

entziehen streben. Da nun die untern Luftschichten ihre Elektricität an die aufsteigenden Dünste zuerst abgeben, folglich mehr verlieren müssen, als die obern, deren Elektricität die Dünste, die schon zum Theil gesättigt sind, minder heftig anziehen, so begreift man leicht, warum schon in einer kleinen Entfernung von der Erde, wo die Dünste noch nicht verdichtet zu seyn scheinen, wo nicht einmal ein Schatten von Nebel zu bemerken ist, an vollkommen heitern Tagen, und im lebhaftesten Sonnenscheine, dennoch die gewöhnlichen Zeichen der positiven Luftelektricität zum Vorschein kommen. Diese Elektricität ist wohl nicht, wie die Elektricität der Nebel u. s. w., eine unmittelbare Wirkung von einem Ueberflusse an elektrischer Flüssigkeit, welche die verdichteten Dünste haben fahren lassen (in welchem Falle sie stärker zu seyn pflegt); sondern rührt vielmehr daher, daß die höhern Luftschichten nicht so viel elektrische Flüssigkeit, als die untern, an die aufsteigenden Dünste abgegeben haben, weswegen die obere Luftregion nothwendig elektrischer, als die untere, seyn muß.

Alles dies läßt sich leicht auf die künstliche Erzeugung der Elektricität durch kochendes Wasser anwenden. Fürs erste begreift man, warum eine noch so häufige Verdampfung des Wassers, das Wasser mag nun in einer Kaffeekanne, oder in einem großen Kessel enthalten seyn, gar keine oder nur sehr wenig Elektricität in dem isolirten Apparate hervorbringt, so lange dasselbe noch nicht stark kocht. Dies kommt daher, daß bloß elastische Dämpfe jene ungeheure Kapazität bekommen, von der ich gesprochen habe, und vermöge welcher sie eine so viel größere Dosis elektrischer Flüssigkeit anzuziehen suchen; so wie auch dieselben allein eine ähnliche Kapazität gegen die Wärmema-

mematerie *) erhalten. Hingegen gilt dieß meines Erachtens nicht von den neblichten oder blasenartigen Dämpfen **); es würde schon viel feyn, wenn diese auf etwas ähnliches, d. i. auf ein wenig gebundene Wärme †) und auf ein wenig gebundene Elektricität ††) Anspruch machen könnten, was ich nicht glaube, ob es mir gleich noch, um es gerade zu läugnen zu können, an überzeugenden Beweisen fehlt. Da nun das kochende Wasser elastische Dämpfe in großer Menge hervorbringt, die in luftförmiger Gestalt losgehen, die ganze Wassermasse durchdringen, und sodann in die Höhe steigen, so dürfen wir nicht erstaunen, daß dadurch der Apparat eine ansehnliche Menge elektrischer Flüssigkeit verliert, oder merklich negativ elektrisirt wird; so wie wir uns auf der andern Seite nicht wundern dürfen, daß eine Verdampfung ohne Kochen, sie mag übrigens noch so stark feyn, und dem Auge wegen der Dunstwolke, die sich erhebt, sogar stärker vorkommen, da sie weit weniger elastische Dämpfe jenseits der Grenzen dieser Wolke treibt, nur eine sehr schwache und gewöhnlich ganz unmerkliche Elektricität zu erzeugen im Stande ist. Ich sage *jenseits der Grenzen der Dunstwolke*; denn man begreift leicht, daß von der Oberfläche des heißen rauchenden Wassers nicht wenig elastische Dämpfe aufsteigen, die dem Apparate so viel elektrische Flüssigkeit, als möglich, in dem Augenblicke ihrer Entstehung rauben; allein sie dauern nur eine sehr kurze Zeit; sie verlieren bald ihren elastischen Zustand, und zwar schon in der Dunst-
wolke,

*) Fluido calorifico.

***) Vapori veslicolari.

†) Calor latente.

††) Elettricità latente.

wolke, womit sie umgeben sind, und die sie selbst mit vergrößern helfen; sie werden theils in blasenartige Dämpfe, theils in Tropfen verwandelt, und setzen dann die wenige elektrische Flüssigkeit, die sie vorher angezogen haben, vermittelst der leitenden Dampf-fäule an den Apparat wieder ab, der folglich nur eine sehr schwache negative Elektricität äußern kann.

Herr DE SAUSSURE erinnert, er habe gar keine Zeichen von Elektricität erhalten können, wenn das Wasser blos rauchte, und nicht kochte. Ich habe Zeichen, freylich nur höchst schwache, bekommen, als ich den Versuch mit Wasser anstellte, das nicht über 70, ja gar nur 65 Grad nach REAUMUR's Thermometer warm war *).

Auch begreift man, warum der Versuch weit besser gelingt, wenn man das Wasser in einer Kaffeekanne oder einem andern tiefen Gefäße kochen läßt, besonders wenn die Wasserfäule selbst hoch ist, als wenn es in einem weiten und flachen Gefäße kocht, oder wenn das Wasser in der Kaffeekanne nur eine dünne

*) Ich erinnere hier an den in einer Anmerkung zum vierten Briefe †) beschriebenen Versuch, da das Wasser in einem Kessel auf dem Fußboden eines Zimmers, ob es gleich nur rauchte, dennoch in der Luft des Zimmers eine zwar sehr schwache, aber doch vermittelst einiger Kunstgriffe in die Sinne fallende Elektricität erzeugt hat. Da diese Elektricität, wie ich erwartete, positiv gefunden worden ist, so erhellt, daß auch ohne Kochen die elektrische Flüssigkeit von den Dämpfen mit fortgerissen und in die Höhe geführt wird. Nun fehlt nichts weiter, als daß ich dieselben Zeichen durch Ausdünstung ohne Feuer, z. B. vermittelst bloßer Sonnenwärme, oder warmer Luft, erhalte; und ich gebe die Hoffnung nicht auf, daß mir dies noch gelingen wird.

†) Man sehe oben S. 144.

ne Schicht ausmacht. Die Ursache davon ist, daß die elastischen Dämpfe, wenn sie sich mit elektrischer Flüssigkeit auf Kosten des isolirten Apparats sättigen sollen, so daß derselbe merkliche Zeichen von negativer Elektricität von sich gibt, den Apparat nicht in dem Augenblicke ihrer Entstehung verlassen dürfen, wie dann geschieht, wenn eine dünne Wasserschicht in einem flachen Gefäße kocht, sondern denselben einige Minuten lang berühren müssen, was dann der Fall ist, wenn sie gezwungen sind, erstlich durch eine beträchtliche Wassermasse hindurchzustreichen, und sodann an den hohen Wänden des Gefäßes aufzusteigen.

Indessen können auch in weiten sehr flachen Gefäßen, ja auf Tellern eine sehr dünne Wasserschicht und selbst wenig Tropfen durch Verdampfung zuweilen merkliche Zeichen von der gewöhnlichen negativen Elektricität hervorbringen. Ich habe gleich bey meinen ersten Versuchen welche bekommen, wenn ich Wasser bald auf hinlänglich erhitzte Metallplatten, bald auf zwey bis drey glühende Kohlen in einem kleinen Schmelztiegel spritzte. Eben so hat Herr DE SAUSSURE dergleichen Zeichen erhalten, wenn er große Wassertropfen in glühende Schmelztiegel von verschiedenen Materien goß. Er hat hierüber eine sehr schöne Reihe von Versuchen angestellt, die man in dem schon öfters angezogenen Artikel seines Werkes beschrieben findet *).

Bey dieser Gelegenheit kann ich nicht umhin, zu erinnern, daß Herrn DE SAUSSURE's Versuche, ob sie gleich, im Ganzen genommen, die meinigen be-

fläti-

*) Reisen durch die Alpen, 3ter Theil, achtundzwanzigstes Kapitel: Neue Untersuchungen der atmosphärischen Elektricität.

stätigen, dennoch eine Ausnahme, oder vielmehr eine Sonderbarkeit enthalten, welche die größte Aufmerksamkeit verdient. Wenn nämlich das Wasser auf irgend einen irdenen oder metallenen glühenden Körper, Eisen und Kupfer ausgenommen, fiel, und sich hierauf in Dämpfe auflöste, so ward immer der Körper nebst dem Isolirgestelle und dem ganzen übrigen Apparate schwach negativ elektrisirt, wie es nach meiner Theorie auch seyn muß; fiel es aber auf glühendes Eisen oder Kupfer, und löste es sich sodann gleichfalls in Dämpfe auf, so ward der Apparat fast immer positiv, und zwar stärker elektrisirt.

Ich habe diesen Versuch selbst wiederholt, und denselben Erfolg beobachtet. Was läßt sich nun wohl dazu sagen? Sollte dieser Erfolg meinen Grundsätzen nicht widersprechen? So scheint es freylich beym ersten Anblick; allein betrachtet man die Sache näher, und vergleicht man sie mit allen andern Versuchen, so ist sie, selbst nach Herrn DE SAUSSURE's Urtheil, meiner Theorie keinesweges zuwider, sondern läßt sich mit derselben recht gut vereinigen. Dieser Naturforscher bemerkt sehr richtig, daß bis zum Glühen erhitztes Eisen und Kupfer in den Punkten, wo sie das Wasser berührt, eine sehr große Veränderung erleiden; daß dadurch in diesen Metallen, wie schon andere Versuche gezeigt haben, eine Art von Verkalkung bewirkt wird, in welcher das Metall, oder das Wasser, oder beyde Substanzen zugleich (nach den verschiedenen Hypothesen der Chemiker über Wasser, Phlogiston, Verbrennung und Verkalkung) zersetzt werden; daß also, weil hier nicht von bloßer Verdampfung, sondern von einem komplicirten Phänomen die Rede ist, die, wie gewöhnlich, durch die Verdampfung erzeugte negative Elektricität durch einen von der Zersetzung des
Eis

Eisens oder Kupfers herrührenden Ueberschufs von elektrischer Flüssigkeit überflüssig kompensirt werden kann u. f. w. Er ist daher geneigt, zu glauben, dafs in diesen Versuchen elektrische Flüssigkeit wirklich erzeugt werde, eben so wie dadurch entzündbare Luft hervorgebracht wird, und dafs überhaupt jene Flüssigkeit von dieser Luftart nicht sehr verschieden sey. „Ich bin also,“ sagt er *), „nicht ungeneigt, zu glauben, die elektrische Flüssigkeit entstehe aus der Vereinigung des Feuerelementes mit einem andern Grundtheile, der uns noch nicht bekannt ist. Dies würde eine, der entzündbaren Luft ähnliche, aber ungemein viel feinnere, Flüssigkeit seyn.“ Er setzt dann in einer Anmerkung **) hinzu: „Herr KIRWAN hat sich über diesen Gegenstand deutlicher folgendermassen ausgedrückt: das Phlogiston in einem noch verdünnetern Zustande, als die entzündbare Luft, und mit einer grössern Quantität Feuers verbunden, könnte gar wohl die elektrische Flüssigkeit ausmachen ***). — Herr LAVOISIER scheint eine dieser ähnliche Meinung zu haben.“

Da nicht blos Eisen, sondern auch glühende Kohlen, wenn sie mit Wasser in Berührung kommen, entzündbare Luft erzeugen; da sich aus denselben (nach der Meinung derer, welche das Daseyn des Phlogistons annehmen) eben so gut, als aus dem Eisen, Phlogiston entbindet: so glaubte Herr DE SAUSSURE, dafs auch auf diese Weise elektrische Flüssigkeit erzeugt werden, und also dieselbe positive Elektrizität zum Vorschein

*) A. a. O. S. 282.

**) A. a. O. S. 283. *)

*) Journal de Physique, Mai, 1784

schein kommen würde. Allein die Elektricität, die so zum Vorschein kam, war immer negativ, wie sie bei bloßer Verdampfung zu seyn pflegt, und wie ich sie selbst immer gefunden hatte. Dieser Versuch läßt sich sehr leicht auf zweyerley Art anstellen. Entweder kann man, wie ich Anfangs zu thun pflegte, und wie nach mir Herr DE SAUSSURE gethan hat, Wasser auf die glühenden Kohlen, die sich im gewöhnlichen Ofen, der isolirt ist, befinden, spritzen; oder man kann zwey bis drey groſse Kohlen in einem isolirten Kessel voll Wasser recht glühend und aus der Höhe fallen lassen, damit sie tief untertauchen, und mit Zischen eine groſse Menge Dämpfe in die Höhe treiben. Auf die letzte Art pflegt die Elektricität des Apparats, die immer negativ ist, stärker zu seyn.

Uebrigens ist die Hypothese von der Zusammensetzung der elektrischen Flüssigkeit und der Auflösung derselben in ihre Bestandtheile auch noch von andern Naturforschern, und besonders von Herrn DE LUC angenommen worden, welcher der Meinung ist, daß diese Flüssigkeit in der Atmosphäre selbst durch die Sonnenstrahlen auf eine noch unbekannte Weise erzeugt werde. In seinem neuesten Werke *) bemüht er sich, diese Meinung durch viele Gründe darzuthun. Ich für meinen Theil kann nicht bergen, daß die angenommene Erzeugung der elektrischen Flüssigkeit, so wahrscheinlich und mit den Lehrsätzen der neuen Chemie übereinstimmend sie auch immer scheinen mag, mir doch nicht recht gefallen will. In dem Falle, von dem hier die Rede ist, möchte ich lieber annehmen, daß die elektrische Flüssigkeit, welche

*) *Idées sur la Météorologie. Tom. II. Part. III. 1787.* (Neue Ideen über die Meteorologie, von I. A. DE Luc. Aus dem Französischen übersetzt. 2 Theile, Berlin 1787. 1788. 8.)

che zum Vorschein kommt, wenn man Wasser auf glühendes Eisen oder Kupfer spritzt, und welche den Apparat, ungeachtet derselbe wegen der darauf folgenden Verdampfung etwas Elektricität verliert, positiv elektrisirt, kein Produkt, sondern vielmehr ein Edukt sey: d. h. daß diese elektrische Flüssigkeit sich nur aus dem Metalle oder dem Wasser (aus derjenigen dieser zwey Substanzen, die zersetzt wird, und in der sie vielleicht in fixem Zustande existirte) entwickle; oder daß sie auf irgend eine Weise in dem Theile des Wassers gesteckt habe, der seine Flüssigkeit verliert, und sich in fester Gestalt mit dem Eisen und Kupfer verbindet, deren Gewicht dadurch vermehrt wird u. s. w., was mir wahrscheinlicher vorkommt. Es scheint mir also, daß diejenige Quantität Wasser, die an die gedachten Metalle gebunden wird, und dadurch verschwindet, auch zugleich die Kapazität, die elektrische Flüssigkeit, welche sie zuvor enthielt, zurückzuhalten, verliere, daß diese folglich frey werde, und nun Zeichen von positiver Elektricität im isolirten Apparate hervorbringe. Wenn sich die Sache wirklich so verhält; wenn die elektrische Flüssigkeit, welche das Wasser, indem es sich mit dem Eisen oder dem Kupfer verbindet, zurück läßt, hinreicht, nicht nur den Verlust, den der Apparat wegen der aufsteigenden Dämpfe an Elektricität erleidet, zu ersetzen, sondern sogar noch in demselben Zeichen von positiver Elektricität hervorzubringen: so braucht man gar nicht erst neue elektrische Materie entstehen zu lassen. Indessen gestehe ich, es fällt mir etwas schwer, zu glauben, daß sie dazu hinreichen kann, wenn ich sehe, daß durch wenig Gran Wasser, die sich mit dem Eisen verbinden, und durch noch weniger, wenn ich den Versuch mit Kupfer anstelle, der ganze Apparat, der doch ziemlich groß ist, eine positive Elektricität von vielen Graden bekommt. Dies ist die Ursache,

Q a 11. 3 10. 5. 11. daß

dass ich auch mit dieser Erklärung nicht völlig zufrieden bin,

Dem sey nun, wie ihm wolle, so ist doch so viel gewiss, dass dieses sonderbare Phänomen, die Erzeugung der positiven Elektricität, wenn man Wasser auf glühendes Eisen oder Kupfer giesst, auf der Natur dieser Metalle selbst, d. h. auf der Veränderung, welche sie untergehen, so wie auf demjenigen, was das Wasser, indem es sich zum Theil mit dem Metalle verkörpert, erleidet, aber keinesweges auf der Verdampfung beruht. In allen andern Fällen, da der Körper, welcher das Wasser berührt, und in Dämpfe verwandelt, nicht wesentlich verändert wird, und da dieses Wasser nur verdampft, wird der Apparat durch diese Verdampfung nur negativ elektrisirt, wie ich immer gefunden habe, und wie auch Herr DE SAUSSURE in seinen zahlreichen Versuchen beobachtet hat.

Diese Versuche findet man an der angezogenen Stelle der Saussurischen Alpenreisen ausführlich erzählt. „Was soll ich nun,“ fährt Herr DE SAUSSURE fort *), „aus allen diesen Versuchen für Schlüsse auf die Elektricität ziehen? Nichts bejahendes ohne Zweifel; „denn die Frage ist noch nicht in genugfames Licht gesetzt. — Es scheint mir unterdessen, da das Porcellan stets, und das Silber fast immer eine negative Elektricität gegeben, das Eisen und Kupfer aber viel öfter eine positive, dass man vielleicht daraus schliessen könne, die Elektricität werde mit Körpern, die im Stande sind, das Wasser zu decomponiren, oder durch ihre Berührung mit demselben sich selbst aufzulösen, positiv; mit denen aber, die weder eine Veränderung ausstehen, noch eine solche verursachen, „nega-

*) A. a. O. S. 282

„negativ.“ Es folgt hierauf die schon oben angeführte Stelle: „Ich bin also nicht ungeneigt, zu glauben u. s. w. „Wenn denn also,“ setzt er hinzu *), „die Wirkung, welche das Wasser in Dünste verändert, zugleich eine Decomposition hervorbringt, so muß, nach dieser Meinung, elektrische Flüssigkeit erzeugt werden. Ein Theil dieser Flüssigkeit verbindet sich zugleich mit diesen Dünsten, und dienet auch selbst zu ihrer Bildung. Das Gefäß, mit welchem dieser Versuch angestellt wird, kann also eine entweder positive, oder negative, oder keine Elektrizität hervorbringen, je nachdem die Menge der erzeugten Flüssigkeit entweder stärker, oder schwächer, oder eben so groß, als diejenige, ist, welche auf die Bildung der Dünste verwendet wird. Wenn aber die Verdunstung mit keiner Decomposition begleitet wird, so muß die Elektrizität beständig negativ seyn, weil die Quantität der zur Bildung der Dünste nöthigen elektrischen Flüssigkeit durch nichts ersetzt wird.“

„Nach diesen Grundsätzen kann man die angeführten Versuche erklären, und die Ausnahmen, welche sie darbieten, durch Gründe in ein ziemlich helles Licht setzen u. s. w.“

Da Herr DE SAUSSURE meiner Meinung so förmlich beigetreten ist, so begreife ich nicht, wie Herr DE LUC behaupten kann, daß die Saussurischen Versuche den Grund, auf welchem sich meine Theorie über den Ursprung der atmosphärischen Elektrizität stützt, gänzlich zerstören; eine Theorie, die, wie er sagt, nicht unwahrscheinlich geschienen, und sich auf andere Thatfachen gegründet hat. Doch ich will lieber Herrn

O 3

DE

*) Ebend. S. 183. f.

DE LUC'S Gedanken mit seinen eignen Worten vortragen *).

„Welch ein Geheimniß find die Ströme elektrischer Flüssigkeit, die sich aus den Gewitterwolken ergießen! Herr VOLTA hatte ihnen eine, dem ersten Anscheine nach, sehr wahrscheinliche Ursache zugeschrieben, welche auf eine Thatfache gegründet war, die Herr CAVALLO bald nachher bestätigte, nämlich, daß, wenn man auf glühende Kohlen in einem isolirten metallenen Körper Wasser gießt, dieser Körper Zeichen von negativer Elektricität gibt. Aus diesem Faktum hatte Herr VOLTA geschlossen, daß das Wasser, indem es sich in Dünste verwandelt, eine größere Kapazität gegen die elektrische Flüssigkeit erhält; daß es folglich dieselbe den Körpern, auf welchen es verdunstet, raubt, und daß es, wenn es seinen vorigen Zustand wieder annimmt, diese Menge elektrischer Flüssigkeit, die in dem regenerirten Wasser überflüssig ist, wieder fahren läßt. Hieraus zog er den Schluß, daß die elektrische Flüssigkeit vermittelst der Dünste unaufhörlich der Erde entzogen, und in die Luft gehoben wird, und daß daraus der Blitz entsteht, wenn eine große Menge von Dünsten sich plötzlich in Wasser verwandelt. Diese Hypothese schien durch die Regenschauer bestätigt zu werden, welche gewöhnlich die Donnerschläge begleiten. Und da der Gang des Feuers in der Ausdünstung dem hier angenommenen Gange der elektrischen Flüssigkeit ähnlich ist, und die elektrische Flüssigkeit überhaupt mit dem Feuer viel ähnliches hat, so erhielt diese Hypothese eine neue Wahrscheinlichkeit.“

„Allein erstens hat Herr DE SAUSSURE den Grund, worauf sich diese Hypothese stützte, durch directe Versuche

*) A. a. O. Sect. III. du Tonnerre. (Th. II. S. 118. ff. der deutschen Uebersetzung.)

„suche zerstört. Er schloß mit Recht, daß, wenn
 „die durch Verdunstung des Wassers auf Kohlen erzeug-
 „te negative Elektricität von der Ursache, welche ihr
 „Herr VOLTA zuschrieb, herrühre, jeder so stark erhitzte
 „Körper, daß er Wasser in Dünste verwandelt, dieselbe
 „Modifikation erleiden müsse. Er wiederholte daher
 „den Versuch, indem er ihn auf verschiedene Arten ab-
 „änderte. Da fand er denn, daß die plötzliche Aus-
 „dunstung öfter positive, als negative Elektricität her-
 „vorbringt, oft aber auch gar keine erzeugt; besonders
 „aber daß in allen Fällen, wie sie auch übrigens be-
 „schaffen seyn mögen, wo die Ausdunstung langsamer,
 „folglich derjenigen ähnlicher ist, welche nach dieser
 „Hypothese die elektrische Flüssigkeit dem Blitze her-
 „gibt, gar keine Wirkung der Art Statt findet.“ — —

„Kommen wir nun auf die Meteorologie, so scheint
 „es mir, daß, wenn die Theorie des Herrn VOLTA
 „gegründet wäre, alle plötzliche Regen mit Donner
 „begleitet seyn müßten, und daß sogar jeder Regen ei-
 „ne große Vermehrung der elektrischen Flüssigkeit in
 „der Atmosphäre bewirken müßte; was jedoch nicht
 „Statt hat. Der Donner läßt sich gewöhn-
 „lich in den Wolken hören, ehe es noch regnet, und
 „während daß die Gewölke sich verdicken. Allein
 „nach der Hypothese des Herrn VOLTA könnte als-
 „dann noch keine elektrische Flüssigkeit entbunden wer-
 „den, weil sich noch kein Tropfen Wasser gebildet hat.“

Es sey mir erlaubt, über diese Stelle einige Erin-
 nerungen zu machen, welche nicht nur Herrn DE LUC's
 Einwendungen nebst andern von ihm hier und da im an-
 gezogenen Werke gemachten Schwierigkeiten heben,
 sondern auch einige Punkte, die ich noch nicht aufge-
 klärt habe, in ein helles Licht setzen werden.

Erstens weiß ich nicht, warum Herr DE LUC nur den Versuch mit glühenden Kohlen, auf welche Wasser gespritzt wird, anführt, und alle jene Versuche mit Stillschweigen übergeht, wo ich theils durch bloßes Verdampfen des Wassers auf erhitzten Platten, theils durch Erzeugung verschiedener Luftarten, theils durch bloßes Verbrennen der Kohlen immer dieselbe negative Elektricität im isolirten Apparate hervorgebracht habe; Versuche, die, wie man leicht sieht, die Schlüsse, welche ich gleich Anfangs daraus zog, nicht wenig bestätigen.

Zweytens schließt er aus den Saussurischen Versuchen, was Herr DE SAUSSURE selbst weder gesagt, noch gedacht hat, und was sich daraus schlechterdings nicht folgern läßt: daß *die plötzliche Aendünstung öfter positive, als negative Elektricität hervorbringt*. Man vergleiche nur die aus Herrn DE SAUSSURE's Alpenreisen angeführte Stelle, ja den ganzen angezogenen Artikel. Sagt er nicht ganz deutlich, daß das auf glühende Schmelztiegel von Porcellan gespritzte Wasser immer negative Elektricität erzeugt hat, und daß dasselbe auch bey silbernen Tiegeln, wo nicht immer, doch meistens, der Fall gewesen ist? Konnte nicht das Silber in den Fällen, da eine positive Elektricität zum Vorschein kam, ein Metall, das sich verkalken ließe, enthalten? Mit Einem Worte, leitet nicht Herr DE SAUSSURE die anomalischen Fälle, da positive Elektricität erzeugt wird, wenn man Wasser auf glühendes Eisen und Kupfer gießt, von der Veränderung her, welche diese Metalle und das Wasser selbst erleiden, weil er durch alle andere Versuche überzeugt ist, daß die bloße Verdampfung, sie mag übrigens noch so schnell seyn, den Apparat immer negativ elektrisirt? Wie kann daher Herr DE LUC sagen, daß SAUSSURE den Grund, worauf
sich

sich meine Theorie stützt, durch directe Versuche zerstört hat? Dieß sagt selbst Herr DE SAUSSURE nicht, vielmehr scheint ihm meine Theorie durch seine eignen, im öfters angezogenen Artikel beschriebenen Versuche bestätigt *).

Endlich nimmt Herr DE LUC an, daß nach meiner Hypothese die elektrische Flüssigkeit aus den Dünsten nur dann entbunden werde, wenn sie sich dermaßen verdichten, daß sie wieder zu Wasser werden. Allein so habe ich mich nie ausgedrückt; ich habe vielmehr gleich vom Anfange an zu verstehen gegeben, daß die Verdichtung der elastischen unsichtbaren Dünste, wodurch sie in dicke oder blasenartige übergehen, und Nebel und Wolken werden, die elektrische Flüssigkeit entbindet, folglich Ursache ist, daß dergleichen Gewölke eine starke positive Elektricität äußern. Ich habe nie weder gesagt, noch gedacht, daß, um eine solche Elektricität hervorzubringen, die Dünste in Regentropfen wirklich verwandelt werden müßten. Noch mehr: selbst die Verdichtung in Wolken schien mir nur zu einer sehr starken Elektricität nöthig; denn zu der schwachen, die bey heiterm Himmel zu herrschen pflegt, schien mir schon ein Anfang von Verdichtung hinlänglich, dergleichen die Dünste erleiden, so wie sie beym Aufsteigen kältere Luftschichten erreichen, die sie vielleicht in einen Nebel zusammen ziehen, der aber so dünn ist, daß er garnicht gesehen werden kann. „Dieß „ist,“ sagte ich **), „der Ursprung der positiven Elek- „tricität, die immer, mehr oder weniger, auch bei hei- „terer Luft, in der Höhe über der Erde herrscht, wo

O 5

„die

*) Man sehe die in den Anmerkungen zu Anfange des vierten Briefes angeführten Stellen.

**) Im Anhang zu meiner Abhandlung über den Kondensator.

„die Dünste sich zu verdichten anfangen. Diese Elektricität ist in den Nebeln merklicher, wo sich die Dünste noch mehr verdichten, und sich schon zu Tropfen bilden; am stärksten aber da, wo sich die dicken Nebel zu Wolken anhäufen.“ Es schien mir also schon damals zur Erzeugung der stärksten Elektricität nicht nothwendig, daß sich die Dünste bis zum Regen verdichteten, ich hielt es vielmehr für hinlänglich, wenn sie sich so stark verdichteten, daß sie dicke Nebel und dunkle Wolken bildeten; und unter dem Zusatze *sich schon zu Tropfen bilden* verstand ich nichts anders, als den Uebergang vom Zustande durchsichtiger elastischer in den Zustand neblichter Dünste, welchen, da sie ein Aggregat von Wasserbläschen sind, wenig mehr fehlt, um in Tropfen zusammen zu fließen. In der That sind die blasenartigen Dünste weit mehr von den elastischen Dünsten, als vom Wasser, unterschieden; denn diese Bläschen oder hohlen Kügelchen bestehen aus einer dünnen Wasserhaut; sie sind gleichsam hohle Tropfen, und dadurch von den wahren Tropfen, die voll sind, unterschieden; man hat daher auch allen Grund zu glauben, daß bey dieser Umwandlung der elastischen Dünste in blasenartige die Dosis elektrischer Flüssigkeit größtentheils entbunden wird, welche die elastischen Dünste vermöge ihrer außerordentlichen Kapacität angezogen haben, und welche die blasenartigen, denen diese Kapacität fehlt, zu binden nicht im Stande sind; man hat, sage ich, allen Grund zu glauben, daß diese Entbindung der elektrischen Flüssigkeit während der Verwandlung der elastischen Dünste in blasenartige vor sich geht, so daß wenig oder nichts weiter entbunden werden kann, wenn die letztern sich noch mehr verdichten, und, nach Zerreißung der Bläschen, volle Tropfen bilden. Daher kommt es, daß die Bildung des Nebels in der untern Luftregion, und
einer

einer dicken Wolken-schicht in der Höhe die positive Elektricität der Atmosphäre erstaunlich vermehrt; daß hingegen der Regen zu ihrem Wachsthum wenig oder gar nichts beyträgt. Inzwischen ist der Regen nicht ohne allen Einfluß auf die Luftelektricität: da er ein Leiter ist, so wird sie durch ihn herunter geführt, und auf diese Weise unsern atmosphärischen Apparaten mitgetheilt, woher es denn auch kommt, daß in denselben die Zeichen der Elektricität, wenn es zu regnen anfängt, oftmals sehr zunehmen. Die Erfahrung lehrt sogar, daß der Regen, anstatt die positive Luftelektricität zu vermehren, sie vielmehr zu schwächen, und die Atmosphäre negativ zu elektrifiziren strebt; und in der That sieht man fast bey jedem Regen die negative Elektricität eintreten und herrschen. Daß diese Umwandlung der Elektricität nicht durch die Bildung des Regens (die an und für sich eben so wenig negative, als positive Elektricität zu erzeugen im Stande ist), sondern durch den Fall desselben bewirkt wird, werde ich in den folgenden Briefen zu zeigen Gelegenheit haben. Was ich bisher erinnert habe, wird hinreichen, Herrn DE LUC's Einwendungen wegzuräumen.

Noch muß ich einem andern Einwurfe begegnen. Man könnte mir nämlich einwenden, daß gar keine Elektricität durch eine langsame Verdampfung künstlich erzeugt wird, da doch eine solche Verdampfung, die mit der natürlichen Ausdünstung im Freyen am meisten überein kommt, einige Elektricität hervorbringen müßte, um die Richtigkeit meiner Theorie daraus folgern zu können. Ich antworte hierauf, daß ich gar nicht zweifle, daß auch so Elektricität wirklich erzeugt wird; allein so wenig, daß sie noch nicht durch unsere kleinen Apparate, und unter den Umständen, unter welchen wir dergleichen Versuche anstellen, hat merklich werden können; und zwar hauptsächlich deswegen

wegen, weil die Verdampfung zu gering ist, wenn sie nicht durch einen hinlänglichen Wärmegrad befördert wird. Sonst bekam ich Zeichen von Elektrizität nur vermittelt der Verbrennung, oder wenn ich Wasser auf glühende Kohlen spritzte, oder wenn ich Wasser stark kochen liefs; jetzt kann ich schon, freylich sehr schwache, aber doch immer merkliche Zeichen erhalten, wenn ich Wasser durch einen viel niedrigeren Wärmegrad, als der Siedepunkt ist, verdampfen lasse, wie ich bereits gezeigt habe. Uebrigens dürfen wir uns eben nicht wundern, dafs sich keine Zeichen von Elektrizität bey einer allzu langsamen Verdampfung äufsern, da sie oftmals selbst bey einer starken und schnellen fehlen. Diefs hängt von Umständen ab, welche wir noch nicht recht kennen. Doch schmeichle ich mir, einige derselben entdeckt zu haben, welche dieser Erzeugung der Elektrizität theils günstig, theils nachtheilig sind. Zum Theil habe ich sie schon erörtert; ausser diesen habe ich noch einige andere entdeckt, die sich, da sie auf denselben Grundsätzen beruhen, leicht verstehen lassen. So begreift man z. B. leicht, dafs und warum eine zu heftige Hitze des Schmelztiegels oder eines andern Gefäßes, in welches man das Wasser spritzt, um es in elastische Dämpfe zu verwandeln, oder des Kohlenbeckens oder Ofens, worauf man die Kaffeekanne oder ein anderes Gefäß, in dem das Wasser kochen soll, setzt, der Erzeugung der Elektrizität nachtheilig wird. Die Ursache ist, dafs dadurch die Isolirung fast ganz zerstört wird, weil die Luft rund um den Apparat herum zu einem Leiter wird, und dafs in dieser Luft eine Strömung entsteht, welche die Elektrizität, so wie sie zum Vorschein kommt, zerstreut, wie wir oben gesehen haben, da von der Verbrennung und der Flamme die Rede war.

Die grofse Menge blasenartiger Dämpfe schadet
der

der Isolirung gleichfalls nicht wenig. Dieß ist die Ursache, warum selbst dann, wenn man Wasser stark kochen läßt, ungeachtet alle übrige Umstände günstig sind (das Gefäß tief ist u. s. w.); da man es unmöglich verhüten kann, daß die in Menge aufsteigenden elastischen Dämpfe sich nicht mit mehr oder weniger blasenartigen Dämpfen vermischen sollten, niemals eine so starke Elektrizität erzeugt wird, wie durch eine gemäßigte Verbrennung der Kohlen, wodurch nur Dämpfe der ersten Art, d. h. trockne und durchsichtige, entbunden werden.

Um alles, was den Ursprung der atmosphärischen Elektrizität betrifft, kurz zu fassen, habe ich meines Erachtens allen Grund zu glauben, daß nicht die nebligen oder blasenartigen, sondern die elastischen durchsichtigen, wässrigen sowohl als aus andern Materien entstehenden, Dünste, welche von der Oberfläche der Erde aufsteigen, die Erde und hierauf die Luftschichten, durch die sie gehen, der elektrischen Flüssigkeit berauben, bis sie so viel davon angezogen haben, als sie nach ihrer großen Kapazität anzuziehen im Stande sind; daß hingegen die blasenartigen Dünste, die Nebel u. s. w., eben so wie der Thau und der Regen, den untern Luftschichten und der Erde die verlorne elektrische Flüssigkeit wieder hergeben, und das Gleichgewicht wieder herstellen; kurz daß der Uebergang der Dünste von der elastischen Natur und Form in die Gestalt von Bläschen oder Tropfen dieselben positiv elektrisirt, und umgekehrt.

Alles dieß scheint mir hinlänglich bewiesen zu seyn. Vielleicht ist der Ueberfluß an elektrischer Materie, der aus der Umwandlung der elastischen Dünste in blasenartige entspringt, eine der Hauptursachen dieser sonderbaren Bildung. Vielleicht trägt diese überflüssi-

flüssige Materie dazu bey, die specifische Leichtigkeit der Bläschen zu vermehren, indem sie dieselben aufschwellt, und ihr Häutchen ausdehnt. Vielleicht macht sie, wo nicht ganz, doch grossentheils die subtile Flüssigkeit, womit dergleichen Bläschen angefüllt sind, oder die Atmosphäre aus, welche jedes Bläschen wie eine Hülle umgibt^{*)}. Von den Verwandtschaften der elektrischen Materie und von ihrem Zusammenhange mit höchst kleinen Körpern wissen wir in der That zur Zeit wenig oder nichts. Ihre grosse Flüssigkeit und Ausdehnbarkeit wenigstens würden ihrer Verbindung mit denselben eben so wenig im Wege stehen, als das Wasser und die Luft dadurch verhindert werden, verschiedene Körper mit einem Häutchen und einem Ueberzuge zu bekleiden. Wenn man sich an die Phänomene der Haarröhrchen, an die stählernen Nadeln u. s. w., welche auf dem Wasser vermittelt einer dünnen Luftschicht, die mit ihnen zusammen hängt, schwimmen, an die Stücken von Stein, Metall und andern Körpern, welche in Wasser versenkt ganz mit Luftbläschen wie mit Perlen besetzt werden, erinnert; wenn man bedenkt, daß ein Tropfen Wasser, oder ein Tropfen von einer an-

*) Diese alle Bläschen, woraus die Nebel und der Rauch bestehen, einhüllende Atmosphäre verräth sich unter andern dadurch, daß sie einander nicht leicht berühren, und, wenn sie auf einen Körper, selbst auf Wasser fallen, bald zurückspringen, bald darauf hinrollen, ohne sich damit zu vermischen, bald, durch einen Wind oder etwas anders erschüttert, wieder wegfliegen u. s. w. Man sehe hierüber Herrn DE SAUSSURE's treffliches Werk: *Essais sur l'Hygrométrie*, 1783. Essai III. Chap. II. des Vapeurs vésiculaires et des Vapeurs concretes, §. 210. s. p. 210. s., wo er gleichfalls vermuthet, daß die elektrische Flüssigkeit die Atmosphäre bilden kann, welche dergleichen Bläschen umgibt, und die unmittelbare Berührung derselben mit dem Wasser verhindert.

andern Flüssigkeit, eine Luftblase, nicht sowohl den hydrostatischen und pnevmatischen, als vielmehr andern Gesetzen und Kräften, die man mit dem Namen der wechselseitigen Kräfte, der Anziehungen, der Verwandtschaften, bezeichnet, unterworfen sind: so wird man leicht begreifen, daß auch die elektrische Materie, wenn sie gleichfalls sehr fein zertheilt worden ist, und sich um höchst kleine Körper, dergleichen unfre Bläschen sind, herum bewegt, vielleicht anders wirkt, als wenn sie vereinigt ist, und ihre Wirksamkeit auf grössere Massen äußert; vielleicht kann sie dann dermaßen diese Körperchen modificiren, und hinwiederum durch sie modificirt werden, daß sie ganz andere Wirkungen, als die bekannten elektrischen, hervorbringt, weil sie nicht sowohl den bekannten Gesetzen der Elektricität, als vielmehr den wechselseitigen Kräften, die bey sehr kleinen Körpern so mächtig wirken, gehorcht. Es ist, sage ich, leicht zu begreifen, daß die elektrische Materie, diesen Kräften unterworfen, ganz andere Wirkungen hervorbringt, als bey den gewöhnlichen elektrischen Phänomenen, wo sie vermöge des Drucks und der Ausdehnbarkeit wirkt; daß sie dann auf eine Art wirkt, die wir bis jetzt noch nicht hinlänglich kennen; eben so wie das Phlogiston, die Feuermaterie, das Licht, (lauter Substanzen, welche der elektrischen Materie noch weit ähnlicher sind, als die Luft oder eine andere Flüssigkeit) ausser der Rolle, die sie bey der Entzündung und in andern Phänomenen der Art, wo ihre Wirkungen augenscheinlich sind, spielen, noch verschiedene andere, nicht so einleuchtende, aber nicht minder reelle, Wirkungen vermöge ihrer Verbindung mit den Theilchen der Körper hervorbringen, d. h. die specifischen Eigenschaften und die Formen derselben bestimmen. In der That modificiren die Feuermaterie und das Phlogiston, unabhängig von den Phä-

nomen-

nomenen der empfindbaren Wärme und der Verbrennung, die Körper, mit denen sie sich vereinigen, auf viele andere Arten; sie verändern besonders ihren Zusammenhang, indem sie aus festen und fixen flüssige, flüchtige, luftförmige machen. Sollte nun wohl die elektrische Materie, ein nicht minder allgemein verbreitetes Element, als das Feuer und das Phlogiston, das mit dem Feuer sowohl als dem Phlogiston so manches gemein hat, nur auf die Erscheinungen der regen, bewegenden und in die Augen fallenden Elektrizität eingeschränkt seyn, und zur wesentlichen Modifikation der Körper schlechterdings nichts beytragen können? Wollen wir, da sich die Bildung der blasenartigen Dünste von diesem Elemente auf eine, wie es scheint, ganz natürliche, ungesuchte Weise herleiten läßt, diese Wirkung der elektrischen Materie sogleich und ungeprüft verwerfen, sie nicht wenigstens hypothetisch gelten lassen? Ohne Zweifel bringt die elektrische Flüssigkeit in der Werkstätte der Natur noch viele andere Wirkungen hervor, die wir vielleicht einst entdecken werden, wenn uns die Natur dieser und so vieler anderer feiner, in keinem Gefäße einzuschließender Flüssigkeiten besser bekannt seyn wird. Für jetzt wollen wir uns bey dergleichen allzu unsichern Spekulationen und Muthmassungen nicht länger aufhalten; vielleicht werde ich bey einer andern Gelegenheit, wenn ich werde mehr Beobachtungen gesammelt haben, darauf zurückkommen.

Ich bin u. s. w.

Sie-

Siebenter Brief.

Eine Reise, welche ich in das Walliserland und an den Genfersee zu Anfange des Septembers angestellt habe, hat den Lauf meiner Briefe länger als einen Monat unterbrochen. Jetzt da ich wieder nach Hause gekommen bin, und noch einige Wochen Ferien habe *), nehme ich mit dem größten Vergnügen den Faden wieder auf, und fahre fort, Ihnen meine Ideen über die elektrische Meteorologie, so wie sie sich entwickeln, mitzutheilen.

Der Hauptgegenstand, worüber ich mich mit Ihnen in diesem Briefe unterhalten will, betrifft eine sehr schöne Entdeckung des Herrn Professor TRALLES in Bern, dessen Bekanntschaft ich vor nicht langer Zeit zu machen Gelegenheit gehabt habe. Wahrscheinlich wird Ihnen diese Entdeckung schon bekannt seyn; ja vielleicht haben Sie dieselbe eher, als ich, erfahren; denn

-) Diesen und einige der folgenden Briefe hatte ich bereits entworfen, ehe ich mich auf die Reise machte. Ich nahm die Aufsätze mit, und las daraus lange Stellen den Herren DE SAUSSURE und PICTET, als ich mich einige Tage zu Genf aufhielt, vor. Nach meiner Rückkunft arbeitete ich sie während des Herbstes (im October und November 1787) vollends aus, und weil ich sie nebst den vorhergehenden durch den Druck öffentlich bekannt zu machen gesonnen war, schickte ich sie nicht im Manuscript an Herrn Prof. LICHTENBERG, an den sie gleichfalls gerichtet waren; in dessen unterliefs ich nicht, ihm meinen Entschluß bekannt zu machen.

denn ob sie gleich Herr TRALLES bereits im verwichenen Jahre in einer kleinen Schrift *) bekannt gemacht hat, so habe ich sie doch erst um die Hälfte des verwichenen Auguſts kennen gelernt, da ich sie von Herrn TRALLES ſelbſt erfahren habe, als er mich bey Gelegenheit einer Reiſe zu Como beſuchte. Doch vielleicht iſt Ihnen die Schrift des Herrn TRALLES, und die groſſe Entdeckung, die darin beſchrieben wird, noch unbekannt. Dem ſey nun, wie ihm wolle, ſo ſcheint es mir zweckmäſſig, bevor ich weiter gehe, dieſe Entdeckung hier anzuführen, und durch meine eignen Beobachtungen zu beſtätigen.

Als ſich Herr TRALLES auf einer Alpenreiſe bey dem Staubbach, einem berühmten Waſſerfall unweit Lauterbrunnen, befand, kam er auf die Vermuthung, daſs das Waſſer durch eine ſolche Zerſtreuung in der Luft Elektrizität zu erregen im Stande ſeyn dürfte. Seine Vermuthung war vollkommen gegründet; denn als er das atmophäriſche Taſchenelektrometer, auch ohne den metallenen Leiter, bloß mit dem kleinen Regenschirm, dem feinen Staubregen oder auch nur dem denſelben einhüllenden Nebel näherte, bekam er ſehr merkliche, mehr oder weniger ſtarke Zeichen von negativer Elektrizität. Daſſelbe Reſultat erhielt er bey dem prächtigen Falle des Reichenbachs und noch an andern Stellen, ſo oft er den Verſuch bey ſolchen Waſſerfällen anſtellen konnte, wo der Sturz des Waſſers heftig war, ſo daſs das Waſſer fein zertheilt und in einen Staubregen verwandelt wurde.

Von dem Augenblicke an, da ich dieſe ſchöne Ent-

*) Beytrag zur Lehre von der Elektrizität u. ſ. w. Von JOHANN GEORG TRALLES. Bern, 1786. Enthält nur wenig Seiten,

Entdeckung erfuhr, wünschte ich sehr, den Versuch selbst wiederholen zu können. Ich hatte dazu bald auf der Reise Gelegenheit, die ich, gedachter Massen, zu Anfange des Septembers anstellte.

Der Versuch gelang mir vortrefflich, und zwar nicht nur bey grossen Wasserfällen, sondern auch bey Bächen, die sich, indem sie auf Klippen fielen, brachen; nicht nur bey eigentlichen Wasserfällen, wo das Wasser aus der Höhe herabstürzte, sondern auch bey Wasserstrudeln, wo die schäumichten Wogen unter meinen Füßen dahin flossen; auch hier bekam ich Zeichen von Elektricität, wenn ich mich, mit meinem Elektrometer in der Hand, an das Ufer eines reissenden Waldstroms, wo ich das Wasser am heftigsten brausen und schäumen sahe, hinstellte.

Bey Gelegenheit meiner letzten Reise nach Genf habe ich, wie gesagt, eine grosse Menge solcher Versuche angestellt. Als ich über den Sempione *) in das Walliserland reisste, und längs dem Laufe der Diverria, auf der Seite von Italien, liess ich keine hierzu günstige Gelegenheit unbenutzt: so oft ich an einen Wasserfall kam, er mochte nun gross oder klein seyn (und es gibt deren dort viel), trat ich zu demselben mit dem Elektroskop in der Hand, das ich mit dem metallenen Leiter, und nöthigen Falls auch mit dem brennenden Schwefelfaden verfahe; bald gerade gegenüber, bald von der Seite, in grösserer oder geringerer Entfernung, zuweilen auch, bald aus Noth, bald aus freyem Willen, disleits des unten im Thale fliessenden Waldstroms, ob sich gleich der Wasserfall jenseits auf dem Rücken des gegenüber stehenden Berges befand.

P 2

Fast

*) Simpelen?

Fast immer bekam ich Zeichen von negativer Elektrizität; selbst da, wo die herab stürzende Wassermasse nicht sehr beträchtlich war; selbst bey kleinen Bächen, wenn sich ihr Wasser beym Fallen zwischen Felsen brach, und dadurch in Tropfen aufgelöst und in einen Nebel eingehüllt ward; sogar dann, wenn der Kanal, worin das Wasser floss, nicht dicker als ein Finger war. Ich zweifle daher gar nicht, daß man Zeichen von Elektrizität auch bey den Springbrunnen in den Gärten erhalten kann, wenn sie nur so beschaffen sind, daß sie einen ähnlichen Nebel und einen sehr feinen Regen um sich her verbreiten können.

Was die Wasserfälle, die sich unter den Füßen des Beobachters befinden, und die Wasserstrudel betrifft, so habe ich daselbst Zeichen von Elektrizität nur dann erhalten können, wenn die Wassermasse groß, und das Schäumen und Wallen so stark war, daß die aus den Wellen heraus spritzenden Wasserstrahlen den gedachten feinen Staubregen bildeten, und sich zugleich mit dem Regen eine Art Rauch oder Nebel über das Elektroskop erhob, das ich ein wenig geneigt dem aufsteigenden Nebel von der Seite näherte *).

Hieraus erhellt, daß zu dergleichen Versuchen kein außerordentlicher großer Wasserfall erfordert wird, dergleichen der Sturz des Staubbachs und des Reichenbachs im Bernischen, und die Pissevache im Walliserlande

-) Ich erinnere hier noch, daß ich vermittelt der gewöhnlichen oben weitläufig beschriebenen Kunstgriffe, des brennenden Schwefelfadens an der Spitze des metallenen Leiters, der kleinen Leidner Flasche und des Kondensators, sehr merkwürdige Zeichen von Elektrizität, und zwar immer von negativer Elektrizität, auch dann erhalten habe, wenn ich mich an einen künstlichen Wasserfall in einer Schleuse (chiusa, travacca), gerade gegen über, oder an die Seite, stellte.

lande unweit Martinach (Martigny) find, des Rheinfalles bey Schaffhausen zu geschweigen; ob man gleich nicht läugnen kann, daß bey solchen grossen Wasserfällen weit stärkere Zeichen von Elektricität, und in einer weit grössern Entfernung, als bey kleinen, erhalten werden. Nähert man sich einem grossen Wasserfalle mit dem Elektroskop in der Hand, so gehen die Pendel, es mögen diess nun bloße Strohhalme, oder Silberdrähte mit Korkkügelchen seyn, so weit als möglich aus einander, und berühren die Wände der Flasche, wenn dieselbe nicht sehr geräumig ist. Ueberdiess hängt diese Elektricität nicht blos vom Drucke ab, sondern sie geht in das Elektroskop, wenn es auch ohne Flamme, ja selbst ohne Spitze ist, wirklich über. Man berühre die Kappe des Elektroskops mit dem Finger, und zerstöre so die in dasselbe übergegangene Elektricität. Nimmt man den Finger wieder weg, so entsteht die Elektricität augenblicklich wieder. Es wehete ein ziemlich starker Wind, als ich den zuletzt genannten Wasserfall, die Pissevache, den erstaunenswürdigsten unter allen, die ich gesehen habe, besuchte *); dieser Wind trieb den feinen Regen und den denselben einhüllenden Rauch oder Nebel gegen den Berg zu. Dessen ungeachtet liess sich die Elektricität (die, wie gewöhnlich, negativ war) schon in einer Entfernung von mehr als hundert Schritten, selbst auf der Landstrasse bemerken, wohin weder Tropfen noch Nebel, wenigstens auf keine merkliche Weise, kamen.

Die Erklärung dieser Thatfachen anlangend, zweifle ich nicht im geringsten, (und auch Sie werden, glaube ich, davon überzeugt seyn) daß die Elektricität, von welcher hier die Rede ist, als eine Wirkung der Ausdünstung angesehen werden muß.

P 3

Herr

*) Den achten des letzt verwichenen Septembers.

Herr TRALLES war geneigt, sie eher von der Reibung des in kleine Tropfen zertheilten Wassers mit der Luft herzuleiten. Er suchte diese Meinung in der angezogenen Schrift darzuthun. Allein späterhin gab er sie wieder auf, als ich ihm die Unzulässigkeit derselben zeigte. Wir unterhielten uns bey seinem Aufenthalte in Como lange über diesen Gegenstand und über die Erzeugung der Elektricität durch künstliche Verdampfung, Verbrennung u. s. w., und bey dieser Gelegenheit zeigte ich ihm einige dahin gehörige Versuche, die ihn völlig befriedigten. Dadurch und durch anderweitige Erinnerungen ward er bewogen, seine Meinung aufzugeben, und der meinigen beyzustimmen. Herr TRALLES kommt daher jetzt in Rücksicht der unmittelbaren Ursache dieser Elektricität mit mir überein: er betrachtet die große Wassermenge, welche herabstürzt und sich bricht, nebst dem Staubregen und dem Nebel, woraus ein Wasserfall besteht, so wie ich, als eine Masse, von deren Oberfläche sich feine, elastische, durchsichtige Dünste erheben, die sich sodann in der äußern wärmern und trocknern Luft auflösen; eine Verdunstung, die durch die sehr große Zertheilung und Bewegung des Wassers außerordentlich beschleunigt wird. Er sieht nun ein, daß zu Folge dieser Verdunstung die ganze Wasserfäule sammt dem Nebel, womit sie umhüllt ist, nach meinen Grundsätzen, die er gleichfalls annimmt, negativ elektrisirt werden muß, da sie einen guten Theil ihrer Elektricität verliert, den die gedachten elastischen Dünste anziehen, und der dadurch gebunden (latente) wird, ganz so wie die Wärmematerie von den Dünsten gebunden wird, woraus die Kälte entspringt, welche mit einer schnellen Ausdunstung immer vergesellschaftet ist *).

Bey

*) Zum Beweis, daß Herr TRALLES mit mir in der hier gegebenen

Bey Gelegenheit dieser so sehr in die Augen fallenden Analogie zwischen der elektrischen Flüssigkeit und der Wärmematerie *) kann ich nicht umhin, zu erinnern, daß die Kälte, welche man empfindet, so oft man sich einem Wasserfalle nähert, und welche sich

P 4

auf

benen Erklärung überein stimmt, und seine erste Idee, daß die Elektricität der Wasserfälle von der Reibung der Wassertropfen in der Luft herrühre, ganz aufgegeben hat, theile ich hier aus einem Briefe, den er mir den zweyten November 1788 schrieb, folgendes mit.

„Ich sende Ihnen den kleinen Aufsatz über die Elektricität der Wasserfälle, von welchem ich mit Ihnen zu sprechen bereits die Ehre gehabt habe. Seit jener Zeit habe ich diese Beobachtung an vielen Orten angestellt, und immer Zeichen von Elektricität, und zwar von negativer Elektricität, erhalten. Allein mit der Erklärung, die ich von diesem Phänomen in jenem Aufsatze gegeben habe, bin ich nicht mehr zufrieden. Jetzt leite ich diese Elektricität von der Ursache her, die, wie Sie zuerst gezeigt haben, so oft eine Quelle der Elektricität ist; ich meine die Ausdünstung. Ich bin mit dem Elektrometer mitten in der Aar, da wo sie vom Grimselberge über Felsen herabstürzt, gewesen. Der Fluß bewegt sich daselbst mit großer Schnelligkeit, und schäumt sehr. Bevor ich in den Staubregen selbst trat (die Bewegung des Wassers ist dort minder heftig, als bey den Wasserfällen), war die Elektricität nur schwach. Sie nahm allmählich zu, so wie ich mich in die wässrige Atmosphäre weiter begab. Doch gab es hier ein Maximum; denn als ich von dieser Atmosphäre ganz umhüllt war, verschwand die Elektricität. Dasselbe geschah, als ich mich unter dem Bogen einer Brücke befand. Wahrscheinlich gelang uns aus einer ähnlichen Ursache der Versuch nicht, welchen wir zusammen an der Quelle des Plinius (Fonte Pliniano) beym Comersee angestellt haben.“

*) Indessen bin ich weit entfernt, diese zwey Flüssigkeiten für identisch zu halten. Die elektrische Flüssigkeit scheint mir zusammengesetzt, die Wärmematerie hingegen einfach und elementarisch zu seyn.

auf eine beträchtliche Weite erstreckt, zu groß ist, als daß man sie bloß von der Mittheilung der Kälte des fallenden Wassers herleiten könnte; und daß sie folglich eine Wirkung der außerordentlichen Ausdünstung des herabstürzenden Wassers seyn muß. Den augenscheinlichsten und schönsten Beweis von der außerordentlichen Erkältung, welche das in die Luft gespritzte Wasser vermittelt seiner schnellen und häufigen Ausdünstung bewirken kann, gibt uns eine sehr scharffsinnig ausgedachte hydraulische Maschine, welche in den Gruben zu Schemnitz gebraucht wird, und ihres Erfinders, HELL's, des Bruders des berühmten Wiener Astronomen, Namen führt. Diese Maschine, deren Beschreibung und Gebrauch ich hier mit Stillschweigen übergehe, stellt folgendes in der That erstaunliche und der Aufmerksamkeit der Naturforscher höchst würdige Phänomen dar. Dreht man einen gewissen Hahn, durch welchen Wasser und Luft zu gleicher Zeit mit großer Gewalt herauspritzen, so daß das Wasser sehr fein zertheilt wird, und hält man gegen diesen Wasserstrahl einen Hut, ein Schnupftuch, oder sonst etwas, so wird dieses in kurzer Zeit mit einer über eine Linie dicken Eisrinde bedeckt. Indessen sind Wasser und Luft im Recipienten gar nicht sehr kalt, da ihre Temperatur ungefähr 10 Grad nach REAUMUR beträgt, wie der Exjesuit PODA, Professor der Mechanik zu Schemnitz, Herrn HERBERT versicherte*). Wie groß muß daher nicht die Ausdünstung dieses mit Luft gemischten Wasserstrahls seyn? Wie groß die dadurch erregte Kälte, da die Tropfen des zuvor so wenig kalten Wassers so

*) Man sehe eine sehr schätzbare kleine Schrift von Herrn HERBERT: R. P. JOSEPHI HERBERTE S. J. Dissertatio de Igne. Viennae, MDCCLXXIII. in der Anmerkung S. 54. u. ff., wo sich auch die Beschreibung der Maschine findet.

so schnell gefrieren? Nun will ich zwar nicht behaupten, daß sie in den Wasserfällen verhältnißmäßig eben so groß sey; indessen ist doch so viel gewiß, daß die Kälte auch hier, so wie die Ausdünstung, sehr beträchtlich ist. Die schnelle und starke Ausdünstung erzeugt hier aber nicht nur Kälte, sondern auch eine ziemlich starke negative Elektricität, wie es auch nach meiner Theorie seyn muß, indem die elastischen Dünste nicht nur Wärmematerie, sondern auch elektrische Flüssigkeit verschlucken, und beyde Materien binden.

Vielleicht wendet man mir ein, daß die Wasserfälle, welche theils dicht, theils in Tropfen getheilt herabstürzt, weil sie ein leitender Körper ist, die Portion elektrischer Flüssigkeit, die ihr durch die Ausdünstung geraubt wird, von der Erde, auf welche sie fällt, nach und nach wieder anziehen kann, folglich der Wassersturz vermittelt der Ausdünstung keine negative Elektricität zu erzeugen im Stande ist. Darauf antworte ich, daß der unaufhörliche Verlust der fallenden Wasserfälle an Elektricität auf diese Weise bey weitem nicht vollkommen ersetzt werden kann. Man überlege nur, daß das Wasser kein ganz vollkommener Leiter ist; daß das mit Luft gemischte Wasser in jener wolkenähnlichen Masse, in jenem Nebel oder Rauch, woraus der Wasserfall größtentheils besteht, einen noch unvollkommenen Leiter abgibt; daß folglich die ungeheure Menge elektrischer Flüssigkeit, welche die sich unaufhörlich bildenden elastischen Dünste anziehen, aus der Erde mit hinlänglicher Geschwindigkeit unmöglich zufließen kann. Hieraus muß nothwendig ein Mangel an Elektricität entspringen; und daher kommen die Zeichen von negativer Elektricität, welche man bey Wasserfällen beobachtet. Sind aber die dichte neblichte Masse, und die angrenzende, mit

Tropfen und mehr oder weniger dünnen blasenähnlichen Dünsten gemischte Luft keine hinlänglichen Leiter, so ist es die entferntere Luft, wohin die Tropfen und der Nebel nicht einmal gelangen, und welche nur die elastischen Dünste aufnimmt und auflöst, noch weit weniger; sie ist vielmehr ganz oder doch beynahe ganz isolirend. Indessen verliert auch sie etwas Elektricität, welche von den durchsichtigen Dünsten, die theils darin zurückbleiben, theils nur hindurchstreichen, und mit elektrischer Materie noch nicht gesättigt sind, angezogen und gebunden wird. Daher die negative Elektricität, welche man in einer so beträchtlichen Entfernung von den Wasserfällen, jenseits der Grenzen, wohin sich der Nebel oder der feine Regen erstreckt, obgedachter Massen bemerkt.

Vielleicht besitzen nicht blos die elastischen, sondern auch die blasenartigen Dünste, womit ein Wasserfall ganz angefüllt ist, das Vermögen, eine grössere Dosis elektrischer Flüssigkeit, als das Wasser, woher sie rühren, anzuziehen und zu enthalten; vielleicht reicht daher schon die Bildung der Dunstbläschen hin, die negative Elektricität der Wasserfälle durch Bindung einer gewissen Quantität elektrischer Materie hervorzubringen; mit Einem Worte, vielleicht besitzen die Dunstbläschen, so wie die elastischen Dünste, nur in einem etwas niedrigeren Grade, eine grössere spezifische Kapazität, als das Wasser in flüssigem Zustande; denn die entgegengesetzte Meinung, welcher ich beypflichte, daß nämlich die Dunstbläschen nicht mehr Kapazität, als das Wasser selbst, besitzen, und keine Elektricität zu binden im Stande sind, ist denn doch noch nicht vollkommen dargethan.

Glauben wir Herrn DE SAUSSURE, so sind es eigentlich die Dunstbläschen, welche die elektrische Materie

terie anziehen und verbergen, die dann, seiner Meinung nach wieder frey wird, wenn die Dunstbläschen in elastische Dünste übergehen, und sich in der Luft auflösen. Er betrachtet die elektrische Flüssigkeit als einen Bestandtheil der Dunstbläschen, und keinesweges als einen Bestandtheil der elastischen Dünste. Er gründet seine Meinung auf einige Beobachtungen über die natürliche Elektrizität, besonders auf das Wachsthum der positiven Elektrizität der Atmosphäre beym Aufklären des Himmels, und auf die Abnahme und das Verschwinden derselben, wenn sich der Himmel umzieht *).

Allein diesen Beobachtungen, die nicht einmal sehr beständig sind, und die ich, wenn hier der Ort dazu wäre, nach meinen Grundsätzen leicht erklären könnte, lassen sich andre, nicht nur zuverlässigere und beständigere, sondern auch deutlichere und bündigere, entgegensetzen. Es sind diess die Beobachtungen über die starke positive Elektrizität, welche bey den niedern Nebeln, besonders zu Anfange derselben, und wo sie sich schnell erzeugen, zum Vorschein kommt, und über das Verschwinden dieser Elektrizität, wenn dieselben Nebel sich wieder zerstreuen. Hier ist doch offenbar, daß die elektrische Flüssigkeit aus den elastischen Dünsten gleichsam herausgepresst wird, wenn sie sich verdichten, und dadurch die Gestalt von Dunstbläschen annehmen, und daß sie von neuem eingesaugt wird, wenn die Dunstbläschen sich wiederum in elastische unsichtbare Dünste verwandeln; da hingegen, wenn Herrn DE SAUSSURE's Meinung gegründet wäre, ganz das Gegenteil erfolgen, d. h. die Dunstbläschen die elektrische Materie einsaugen und sich aneignen, die elastischen Dünste aber

*) Man sehe den schon oft angezogenen Abschnitt über die atmosphärische Elektrizität in Herrn DE SAUSSURE's Reisen durch die Alpen.

aber sie fahren lassen müßten, worauf man diese, so wie die Luft, worin sie aufgelöst sind, mit dieser Flüssigkeit überladen finden würde.

Setzt man zu diesen Beobachtungen über die atmosphärische Elektricität die Versuche über die durch die künstliche Verdampfung erzeugte Elektricität, so erhellt aus allen, wie unstatthaft die Meinung ist, daß das Vermögen, die elektrische Flüssigkeit einzufangen und sich zuzueignen, eher den Dunstbläschen, als den elastischen Dünsten, zukomme. Ich brauche nur an die Versuche und Beobachtungen zu erinnern, deren im vorhergehenden Briefe gedacht worden ist. Es erhellt hieraus, 1) daß der isolirte Apparat durch die Verbrennung der Kohlen, oder durch die Entbindung einer Gasart, oder endlich durch das Kochen des Wassers, mit Einem Worte, durch einen jeden Proceß, wo eine elastische Flüssigkeit offenbar hervorgebracht wird, leicht negativ elektrisirt werden kann, 2) daß diese negative Elektricität desto stärker wird, je weniger Dunstbläschen sich mit den elastischen Dünsten vermischen, wie dann geschieht, wenn das Wasser heftig kocht, und die Wände des Gefäßes ziemlich heiß sind, und über das Wasser weit hervorragen, besonders aber wenn, wie bey der Verbrennung der Kohlen ohne Rauch, blos elastische Dämpfe ohne alle Beimischung von nebligten Ausdünstungen erzeugt werden, 3) daß keine oder nur eine höchst schwache Elektricität zum Vorschein kommt, wenn alle elastische Dünste oder der größte Theil derselben sich fast im Augenblick ihrer Entstehung, indem sie noch den Apparat berühren, in Dunstbläschen, in Nebel oder Rauch verwandeln.

Um auf die Analogie der Elektricität mit der Warmematerie zurückzukommen, welche von den Dünsten gleichfalls eingesaugt und mit fortgerissen wird, woher eben

eben die der Menge und Schnelligkeit der Ausdünstung verhältnißmäßige Erkältung der ausdünstenden Körper rührt, so ist bekannt, daß eigentlich die elastischen unsichtbaren Dünfte, aber nicht die Dunstbläschen, diese Funktion vermöge ihrer außerordentlichen Kapazität verrichten, d. h. eine Dosis der gedachten Wärmematerie anziehen, und gewisser Massen binden. Diese so gebundene Wärmematerie wird wiederum frey, nicht nur wenn die elastischen Dünfte ganz zerstört werden, und sich in Tropfen verdichten, sondern auch wenn sie blos in Rauch oder Dunstbläschen übergehen. Dieß zeigt unter andern der weiße Dunst des rauchenden Salzgeistes, der eine merklich grössere Wärme, als die Flüssigkeit, von welcher er sich erhebt, äussert. So wissen auch die Naturforscher schon längst, daß, wenn man das salzsaure Gas aus dem Salmiak durch aufgegoßene Vitriolsäure entbindet, in der Mischung selbst Kälte, hingegen im entwickelten Dunst oder Gas, da wo es sich in Rauch verdichtet, oder in der sichtbaren weissen Wolke eine beträchtliche Wärme entsteht.

Da nun aus diesem und vielen andern Versuchen offenbar erhellt, daß die elastischen Dünfte und Ausflüsse während ihrer Entstehung eine starke Dosis Wärmematerie einsaugen, und auf diese Weise binden, hingegen, wenn sie sich in neblichte Dünfte verwandeln, wieder fahren lassen, so müssen wir der Analogie zu Folge dasselbe von der elektrischen Flüssigkeit schließen. In der That würde es aller Analogie zwischen der Wärmematerie und der elektrischen Flüssigkeit widersprechen, wenn wir annehmen wollten, daß die Dunstbläschen eine außerordentliche Menge elektrischer Materie anziehen, und diese sodann in den elastischen Dünsten wieder entbunden und frey gemacht werde. Ein solches Phänomen würde ganz befremdend seyn, und sich

sich mit unsern Ideen schlechterdings nicht vereinigen lassen. Ueberdies widerspricht es, wie wir gezeigt haben, den Versuchen über die durch die Verdampfung künstlich hervorgebrachte Elektricität, so wie auch den alltäglichen und deutlichen Beobachtungen über die natürliche Elektricität der Nebel u. s. w. Alles überzeugt uns also, daß die elastischen Dünste in Absicht auf die elektrische Flüssigkeit sowohl, als auf die Wärmematerie, eine weit größere Kapazität besitzen, als die Dunstbläschen, welche in Rücksicht ihrer Kapazität vielleicht mit dem Wasser übereinkommen.

Ich sage *vielleicht*, weil es, wie schon erinnert worden *), noch nicht bewiesen ist, daß die Kapazität der Dunstbläschen und des Wassers gleich groß sey; vielmehr ist es gar wohl möglich, daß diese Bläschen, die zwischen dem Wasser und den elastischen Dünsten mitten inne stehen, so wie die elastischen Dünste, eine größere Dosis elektrischer Flüssigkeit, als das Wasser im flüssigen Zustande, anziehen und binden können. Es ist, ich wiederhole es, möglich, daß die Dunstbläschen oder die neblichten Dünste an dieser Eigenschaft der elastischen unsichtbaren Dünste einen geringen Antheil besitzen. Bey dieser Voraussetzung würden die Dunstbläschen zwar mehr elektrische Materie, als das Wasser in flüssigem Zustande, aber doch weit weniger, als die elastischen Dünste, anzuziehen im Stande seyn; und dies würde auch der Analogie der elektrischen Erscheinungen mit den Phänomenen der Wärmematerie keinesweges widersprechen, da man gleichfalls annehmen kann, daß dieselben Dunstbläschen auch eine spezifische Wärme besitzen, d. h. daß ihre Kapazität, die Wärmematerie zu enthalten, zwischen der

*) S. oben S. 234.

der Kapazität der elastischen Dünste und der Kapazität des Wassers in flüssigem Zustande mitten inne steht, wiewohl sie sich der letztern weit mehr nähert.

Da nach dieser Voraussetzung die Dunstbläschen nur wenig mehr Kapazität, als das Wasser in flüssigem Zustande, besitzen, so dürfen wir uns auch nicht wundern, daß bey dergleichen Ausdünstungen, die blos neblicht sind, keine hinlänglich merkliche negative Elektricität zum Vorschein kommt, ausgenommen in den Fällen, wo die Ausdünstung sehr stark ist, und eine ungeheure Menge Dunstbläschen aufsteigt, wie bey Wasserfällen u. s. w. geschieht. Eben so wenig dürfen wir uns wundern, daß wir bey unsern kleinen Versuchen, wozu wir Kaffeekannen und Töpfe mit warmen rauchenden Wasser nehmen, gar keine oder nur eine sehr schwache negative Elektricität erhalten, und daß der Versuch erst dann gelingt, wenn man das Wasser stark kochen läßt, so daß elastische Dünste in Menge aufsteigen, die eine weit grössere Kapazität, als die Dunstbläschen, besitzen, und daher den isolirten Apparat leicht negativ elektrifiziren können.

Dies ist alles, was sich in Beziehung auf das Vermögen der Dunstbläschen, den ausdünstenden Körper negativ zu elektrifiziren, einräumen läßt. Und selbst dies ist nur eine willkührliche Voraussetzung, die sich noch auf keinen direkten Beweis stützt. Ich pflichte daher noch der Erklärung bey, die ich oben von Herrn TRALLES merkwürdiger Entdeckung gegeben habe, nach welcher blos von den elastischen Dünsten, die von der Oberfläche der fallenden Wassermasse und des dieselbe umgebenden Nebels aufsteigen, und sich häufig und unaufhörlich in die angrenzende Luft, von der sie aufgelöst werden, zerstreuen, der Ursprung der negativen

tiven Elektricität, welche man daselbst bemerkt, hergeleitet werden muß.

Diese Erklärung führt uns gerade zu der Elektricität des Regens, die fast immer negativ ist, desgleichen zu der Elektricität der Gewitterwolken, welche man gleichfalls oft negativ findet, da hingegen die Elektricität der Nebel und der gewöhnlichen Wolken immer positiv ist. Doch diese Gegenstände, so wie viele Anwendungen derselben auf die Phänomene der elektrischen Meteorologie, gedenke ich in einem oder mehreren besondern Briefen, die Sie noch von mir zu erhalten haben, abzuhandeln.

Ich bin u. L. w.



Z u s a t z

zu dem siebenten Briefe.

Im letzt verwichenen Jahre (1788) und zu Anfange des jetzt laufenden habe ich verschiedene Versuche über die ursprüngliche Elektricität des Pulvers und der Spähne von sehr vielen Körpern, die man gewöhnlich für unelektrisch hält, wohin selbst das Eis gehört, so wie auch über diejenige Elektricität, welche durch das Aufbrausen erzeugt wird, angestellt. Die Resultate derselben nöthigen mich, diesen Zusatz zu dem vorhergehenden Briefe beyzufügen, welcher vor jenen Versuchen geschrieben worden ist, und in welchem ich Herrn TRALLES Meinung, daß die Elektricität der Wasserfälle von der Reibung des in sehr kleine Tröpfchen zertheilten Wassers in der Luft herzuleiten sey, für ganz unstatthaft erklärt habe. Man hat gesehen, daß Herr TRALLES selbst seine Meinung zuletzt aufgegeben, und dafür der meinigen, nach welcher diese Elektricität für eine Wirkung der Ausdünstung der fallenden Wassermasse anzusehen ist, seinen Beyfall geschenkt hat.

Bekanntlich erhält man nicht die geringsten Spuren von Elektricität, wenn man eine metallene Kugel oder einen andern Leiter an einer langen seidnen Schnur, auch in ganz trockner Luft, sehr schnell herum dreht, oder vermittelt eines starken Blasbalgs die Luft selbst gegen irgend einen Leiter strömen läßt. Selbst in Harzen und andern idioelektrischen Körpern lassen sich durch eine solche Erschütterung und Reibung der Luft nur höchst schwache Zei-

chen der Elektricität zum Vorschein bringen, und zwar nur alsdann, wenn der idioelektrische Körper sowohl als die Luft recht trocken ist. Bey so bewandten Umständen schien es mir ganz unmöglich, daß das Reiben des in die Luft, und zwar in eine äußerst feuchte Luft gespritzten Wassers Elektricität hervorbringen könnte. Hierzu kommt noch, daß die Feuchtigkeit der Erregung der Elektricität durch das Reiben immer höchst nachtheilig ist.

Dies waren die Haupteinwürfe, die ich Herrn TRALLES entgegen stellte, und die ihn meiner Meinung beyzupflichten bewogen. Allein ich gestehe nunmehr aufrichtig, daß ich hierin zu weit gegangen bin. Meine Behauptung muß eingeschränkt werden, und Herrn TRALLES Hypothese läßt sich einiger Massen vertheidigen.

Eine Menge neuer und merkwürdiger Versuche hat mir gezeigt, daß verschiedene Körper, ja fast alle diejenigen, die, so lange sie ganz sind, an einander oder gegen die Luft gerieben sich nicht elektrifiren lassen, in Stückchen zerbrochen oder gepulvert, und dann gelind gerieben, oder auch nur in die Luft mit Gewalt geworfen unzweydeutige Zeichen von Elektricität zu erkennen geben.

TIBER. CAVALLO's hierher gehörige Versuche sind bekannt *). Als dieser Naturforscher etwas gepulvertes Harz von einem trocknen gläsernen, metallenen, elfenbeinernen &c. Löffel auf eine isolirte metallene Scheibe fallen ließ, bekam das Harzpulver durch diese schwache Reibung gegen den

*) Man findet sie in den philosophischen Transactionen der Londner Gesellschaft, J. 1780. Vol. LXX. p. 15.

den Löffel eine so starke Elektricität, daß die Scheibe, worauf es fiel, lebhaft Funken von sich gab *).

Q 2

Die-

*) In den Opuscoli scelti di Milano †) findet sich Herrn HAGGREN's Abhandlung über das Blitzen einiger Blumen ††) im Auszuge, aus dem Schwedischen ins Italienische übersetzt. Der Verfasser beobachtete an den wärmsten und trockensten Sommertagen, kurz nach Sonnenuntergang, auf gewissen Blumen ein Leuchten, worin er etwas elektrisches vermuthet, und das seiner Meinung nach mit der Explosion des Fruchstaubes (pollen antherarum) verbunden ist. Ist das letzte wahr, so läßt sich auch an dem ersten, an der elektrischen Natur dieses Leuchtens, nicht zweifeln. Nur kann dann die Elektricität nicht die Ursache jener Explosion, wohl aber eine Wirkung derselben, heißen. Ich sage, es läßt sich an der elektrischen Natur dieses Lichtes keinesweges zweifeln, weil man nun weiß, daß harzige und andere mehr oder weniger idioelektrische Pulver, wenn man sie aus einem Blasbalge mit mäßiger Gewalt treibt, oder auch nur aus einer Sandbüchse, durch einen durchlöcherten Löffel u. s. w. fallen läßt, eine sehr starke Elektricität überkommen, besonders wenn man das Pulver sowohl als den Blasbalg oder die Sandbüchse vorher recht getrocknet hat, und etwas warm erhält. Wenn nun diese günstigen Umstände, Trockenheit und gelinde Wärme, die Explosion des Fruchstaubes begleiten; wenn diese Explosion den Fruchstaub gewaltsamer fortreibt, und eine stärkere Reibung desselben verursacht, als bey dem Harzpulver und dem Blasbalge oder der Sandbüchse der Fall ist; wenn endlich der Fruchstaub so gut, wie die Harze, oder nur etwas weniger idioelektrisch ist, folglich leicht durch Reiben elektrisirt werden kann, wie z. B. das höchst entzündliche Hexenmehl (pulis lycopodii) und der Fruchstaub anderer Blüthen: so begreift man leicht, daß die in demselben durch die gedachte gewaltsame Explosion erregte Elektricität wohl bis zum Leuchten steigen kann. Inzwischen werde ich mich nicht ehes

†) Tom. XII. P. II. 1789. p. 141.

††) Sulle fulgurazioni di alcuni fiori.

Dieser Versuch ist von mir, Herrn BEN-
NET

eder völlig davon überzeugt halten, als bis es mir gelingt, ein Leuchten auch mit gepulvertem Harze oder Schwefel durch die oben beschriebenen Kunstgriffe hervorzubringen; eine Sache, die mir eben nicht schwierig zu seyn scheint. Anm. d. Verf. HAGGREN's Abhandlung findet sich in den neuen schwedischen Abhandlungen, IX B. Im Jahre 1763 ward er von ungefähr auf einer *Calendula officinalis* ein schwaches Leuchten gewahr; eine Erscheinung, die ihn bewog, genaue Untersuchungen darüber anzustellen. Um sich zu überzeugen, daß es keine Täuschung sey, trug er einer andern anwesenden Person auf, ihm in dem Augenblicke, da sie das Leuchten sehen würde, ein Zeichen zu geben; und immer traf sichs, daß beyde das Licht zu einer und derselben Zeit gewahr wurden. Dieses Leuchten ist merklicher bey den Ringelblumen von gelber Feuerfarbe, bey den blassen hingegen fast ganz unmerklich. Oft bemerkt man es an einer und derselben Blume zwey bis drey Mahl hinter einander; oft aber auch wird man es erst nach vielen Minuten wieder gewahr. Wenn viele Blumen an einem und demselben Orte das Licht zu gleicher Zeit von sich geben, so kann man es in der Ferne sehen. Dieses Phänomen ereignet sich in den Monaten Julius und August bey Sonnenuntergang, und eine halbe Stunde darauf, wenn die Atmosphäre rein ist; ist hingegen die Luft mit feuchten Dünsten beladen, oder hat es am Tage geregnet, so sieht man nichts. Folgende Blumen zeigen dieses Licht nach der Ordnung, wie sie auf einander folgen, mehr oder weniger stark: 1) *Calendula officinalis*, 2) *Tropaeolum majus*, 3) *Lilium bulbiferum*, 4) *Tagetes patula et erecta*. Manchmal hat es HAGGREN auch bey dem *Helianthus annuus* beobachtet; allein die gelbe Feuerfarbe ist meistens zur Hervorbringung desselben nöthig, denn auf Blumen von anderer Farbe hat er es nie gewahr werden können. Um zu entdecken, ob etwa kleine Insekten, oder phosphorische Würmer die Ursache dieses Leuchtens wären, hat er mit den besten Mikroskopen Untersuchungen darüber angestellt, aber niemals dergleichen Geschöpfe finden können. Aus der Geschwindigkeit, womit sich dieses Licht äußert, glaubt HAGGREN folgern zu können, daß die Elektricität dabey mit im Spiele sey. Bekannt-

NET *) u. a. m. auf verschiedene Arten abgeändert, und mit allerley Pulvern und Spähnen ange stellt worden. Wir haben gesehen, daß alle Körper, selbst diejenigen, die für gute Leiter gelten, einzig und allein die Metalle, als wahrhaft vollkommene Leiter, ausgenommen, wenn man sie, in Stückchen gebrochen oder gepulvert, durch ein Sieb, selbst durch ein metallenes, schlägt, so daß sie eine starke Reibung erleiden, oder auch aus einem Blasbälge mit Heftigkeit bläst,

Q 3

kanntlich springt in dem Augenblicke, da das Pistill einer Blume befruchtet wird, der Fruchtsaub vermöge seiner Elasticität heraus. HAGGREN glaubte daher anfänglich, daß die Elektricität selbst mit dieser Elasticität verbunden wäre. Allein als er das Leuchten beym *Lilium bulbiferum* beobachtete, wo die Antheren von den Blumenblättern ziemlich weit abstehen, so entdeckte er, daß der Sitz des Lichtes auf den Blumenblättern selbst, und nicht auf den Antheren war. Er ist daher der Meinung, daß dieses elektrische Licht vom Fruchtsaube herrührt, der, indem er hervor springt, sich überall auf die Blumenblätter wirft. (*Opuscoli scelti di Milano, I. c.*)

So viel man weiß, hat die Tochter des berühmten LINNE dieses merkwürdige Phänomen zuerst beobachtet. So glücklich, wie HAGGREN, sind wohl nur wenig Naturforscher gewesen. INGENHOUS *) gesteht, er habe dasselbe nie bemerken können; inzwischen läugnet er doch die Wahrheit der Beobachtung nicht ganz. Daß es einem so geübten Beobachter nicht hat gelingen wollen, das gedachte Leuchten gewahr zu werden, liesse sich wohl leicht aus den von VOLTA angegebenen Umständen erklären.

Man sehe auch PULTENEY *Sketches of the progress of Botany in England*, Vol. I. pag. 346.

Anm. d. Uebers.

*) Man sehe sein neues treffliches Werk: *Versuche mit Pflanzen*.

*) Man sehe *Adams Essay on Electricity* 1787. supplement.

bläst, alsbald eine stärkere oder schwächere Elektricität annehmen. Nicht blos Mehl, Asche, zerriebener Kalk und Gyps, Staub von Strassen und Kleidern, gemeiner Sand, sondern sogar auch metallischer, d. i. eisenhaltiger oder kiefiger, Sand überkommt Elektricität, wenn man ihn gedachter Massen siebt, oder aus einem Blasbalge bläst, oder aus einer, gleichfalls metallenen, Sandbüchse fallen läßt; ja selbst in Stückchen zerbrochene und gepulverte Kohlen, nach den Metallen bekanntlich der beste Leiter, können auf diese Weise elektrifirt werden.

Bey denen Materien, welche man in ganzen Stücken haben kann, gelingt der Versuch noch viel besser, wenn man denselben nach meiner Art anstellt. Ich feile den Körper, oder schabe ihn mit einem Messer oder einem andern Werkzeuge, und fange die Spähne, welche abfallen, unmittelbar mit der isolirten Scheibe auf. So werden, nicht etwa nur durch Schwefel, Harze u. s. w. (Körper, welche, als sehr gute Nichtleiter, auch in ganzen Stücken auf die gewöhnliche Weise durch Reiben recht gut elektrifirt werden können), sondern selbst durch solche Körper, die sich, weil sie in niedrigerem Grade idioelektrisch sind, auf die gewöhnliche Weise nur schwer und schwach elektrifiren lassen (Wachs, Unschlitt, Chokolade, Kampher u. s. w.), Funken erregt, so bald als einige wenige Spähne dieser Körper auf die isolirte metallene Scheibe fallen. Ja ich bekomme selbst dann Funken, oder doch wenigstens hinlänglich starke Zeichen von Elektricität, wenn ich auf gleiche Weise andere Körper behandle, welche eher für Leiter, als für Nichtleiter, gelten, dergleichen z. B. mittelmässig trocknes Holz, mittelmässig trockne Knochen, Alaun, krySTALLisirter Gyps, Zucker und andre Salze, Marmor

mor und verschiedene andre Steine, Ziegelsteine und trockner Mörtel, Brodrinde, Zwieback (biscotti) u. d. m. find. Diese und andere Körper mehr, die, in ganzen Stücken gerieben, kaum eine sehr schwache Elektricität überkommen, und meistens nicht die mindesten Spuren davon zu erkennen geben, erregen, wenn man sie schabt, und ihre Spähne gedachter Weise mit der isolirten Scheibe in hinreichender Menge auffängt, in der Scheibe eine sehr merkliche Elektricität; ja die Elektricität äußert sich selbst bey den Spähnen oder Pulvern auf eine in die Augen fallende Weise, indem sie sich, während daß sie fallen, sichtbar zurück stoßen und zerstreuen. Das Wunderbarste bey der Sache ist, daß selbst die Kohlen, sonst so vortrefliche Leiter, die in Rücksicht des Vermögens, die Elektricität zu leiten, den Metallen nur wenig nachstehen, wenigstens gleich auf dieselben folgen, wenn man sie mit einem Messer schabt, eine zwar schwache, aber doch immer merkliche, Elektricität erregen, dergestalt daß die Pendel des Elektrometers mit Strohhalmen mehrere Grad schon aus einander fahren, bevor noch die Scheibe mit dem Kohlenpulver ganz bedeckt worden ist.

Alle angeführte Versuche, besonders der zuletzt gedachte Versuch mit den Kohlen, zeigen, wie weit dieses Reiben oder Schaben, in Rücksicht der Erregung der ursprünglichen Elektricität, dem gewöhnlichen Reiben der Körper in ganzen Stücken überlegen ist; denn viele Körper äußern, so gerieben oder geschabt, sehr starke Zeichen von Elektricität, da sie sonst gar keine von sich geben würden. Wir sehen, daß sich auf diese Weise selbst ziemlich gute Leiter, was man sonst nicht geglaubt haben würde, elektrifiziren lassen, und nur die ganz vollkommenen Leiter, die Metalle, durch diesen Kunstgriff nicht elektrifizirt werden können.

Folglich reicht eine kleine Unvollkommenheit in dem Vermögen zu leiten, dergleichen selbst in den Kohlen Statt findet, hin, durch ein schickliches Reiben Elektricität zu erregen. Eine ähnliche und wohl noch größere Unvollkommenheit findet gewiss auch beym Wasser, noch mehr aber bey den Wasserdünsten Statt. Es ist daher wohl möglich, daß die feinen Tropfen, in welche sich das Wasser auflöst, indem es die Luft gewaltsam durchdringt, oder doch wenigstens die Dunstbläschen desselben, die noch schlechter leiten, durch Reiben elektrisirt werden können.

Herr BENNET *) hat vermittelst seines höchst empfindlichen Elektroskops mit Goldblättchen bey einer Wolke von Haarpuder (*polve di cipro*) in einem Zimmer, so wie bey einer durch Pferde erregten Staubwolke auf der Straßse, Zeichen von Elektricität bemerken können, und ich habe, als ich mich unter ähnlichen Umständen meines Elektrometers mit Strohhalmen bediente, dieselben Resultate gehabt. Kein Wunder also, daß ein Wasserfall, der eine ähnliche Wolke veranlaßt, und einen Regen erzeugt, welcher eben so fein, wie Staub, ist, und in der Luft noch stärker bewegt wird, dieselbe Erscheinung darstellt. Man sage ja nicht, daß das Wasser ein zu guter Leiter sey. Es ist gewiss kein besserer Leiter, als die Kohle, die doch, wenn man sie pulvert und aus einem Blasbalge mit Gewalt treibt, elektrisirt wird.

Hierher gehören vorzüglich meine Versuche mit dem Eise, das ich durch Schaben recht gut habe elektrisiren können, ob es gleich ein guter Leiter war, indem es die Leidner Flasche augenblicklich entladen, und

*) Man sehe Adams 2. 2. O.

und die Erschütterung ganz oder beynahe so gut, wie Wasser, fortpflanzen konnte. Auch befremdete dies mich nicht, da mir der Versuch mit den Kohlen, einem bessern Leiter, als das Eis ist, gelungen war. Nur darüber wunderte ich mich, daß die in dem geschabten Eise erregte Elektrizität so groß war, indem sie der Elektrizität der geschabten Chokolade und des geschabten Siegellackes wenig oder nichts nachgab. Dies geht so weit, daß der Finger, welcher sich der isolirten metallenen Scheibe nähert, schon lebhaft Funken bekommt, ehe noch die Scheibe zur Hälfte mit den darauf fallenden Eistheilchen bedeckt ist. Noch weit mehr wunderte ich mich, als ich dasselbe nicht nur bey sehr kaltem Eise erfolgen sahe, dessen Temperatur sechs, acht bis zehn Grad unter 0 nach REAUMUR betrug (eine Kälte, bey welcher das Eis die Erschütterung nicht mehr gut leiten kann, ob es gleich dann noch lange kein eigentlicher Nichtleiter ist, was es erst, wie Herr ACHARD gefunden hat *), gegen -20° wird), sondern auch bey solchem, das eben schmelzen wollte, (oder schon wirklich schmolz, und sich in einer Temperatur von $10, 15, 18^{\circ}$ über dem Gefrierpunkte fand. Denn wenn ich ein großes Stück Eis in einem eingheizten Zimmer, wo es überall zu zerfließen und abzutropfeln anfang, mit einer Messerklinge schabte, so gab die metallene Scheibe, auf welche das geschabte Eis fiel, so bald das Messer durch das Wasser gedrungen war, und den festen Kern erreicht hatte, Zeichen von Elektrizität, und bald auch Funken von sich. Beyläufig erinnere ich hier, daß ich diese Elektrizität des geschabten Eises immer positiv gefunden habe, da hingegen die Elektrizität anderer eben so behandelten Körper, je nachdem die Natur derselben beschaffen ist, und je nach-

Q 5

*) Journal de Phys., 1776. Novembre.

dem verschiedene Umstände, die sich nicht wohl bestimmen lassen, eintreten, positiv oder negativ gefunden wird.

Als ich, mit diesen Versuchen, wo die Elektrizität durch das Schaben fester Eisstücken erregt ward, noch nicht zufrieden, gepulvertes Eis, und Schnee, so trocken, wie Mehl (wobey mir die heftige Kälte des verwichenen Winters sehr zu Statten kam), aus einem hinlänglich kalten Blasbalge blies, bekam ich durch diesen Kunstgriff gleichfalls sehr deutliche Zeichen von Elektrizität. Ohne Zweifel wurden die Eistheilchen durch die Reibung, welche sie in der Röhre des Blasbalgs erlitten, elektrisirt, so wie sich andere Pulver, Asche, Mehl, zerriebener Kalk oder Gyps, Staub von den Kleidern u. s. w., wenn man sie aus einem Blasbalge mit Heftigkeit bläst, durch die Reibung in der Röhre desselben elektrisiren lassen. Gleichwie aber viele dieser Pulver, und vielleicht alle auch schon dann elektrisirt werden können, wenn sie sich blos in der Luft reiben, in welcher sie schnell aufsteigen oder sich wirbelnd herumdrehen, wie man an den Staubwolken auf den Strassen beobachtet hat: so zweifle ich auch gar nicht, daß Schnee und gepulvertes Eis gleichfalls elektrisirt werden kann, wenn es blos in die Luft gewaltsam geworfen wird, und sich darin wirbelnd bewegt; und ich bin überzeugt, daß dieß bey gewissen Schneefschauern, wo der Schnee durch Winde äußerst heftig bewegt und herumgetrieben wird, wodurch denn die Elektrizität neues Spiel bekommt, wirklich der Fall ist.

Um auf das Wasser in flüssigem Zustande und auf das Reiben der Tröpfchen und der Dunstbläschen desselben in der Luft zurück zu kommen, darf man nur die angezogenen Versuche über so viele Körper, die man gewöhnlich für unelektrisch hält, und die doch gepul-

pulvert oder geschabt sich durch Reiben recht gut elektrifiziren lassen, vorzüglich die Versuche über gepulvertes Eis und Schnee in Erwägung ziehen, und man wird es eben nicht für ganz unmöglich halten, daß die feinen, pulverähnlichen Wassertröpfchen, und die Dunstbläschen, welche sich mitten aus den großen Wasserfällen erheben, indem sie die Luft durchstreichen und sich darin lebhaft reiben, durch dieses Reiben eben so, wie jene geschabten und gepulverten Körper, elektrifizirt werden können. So ungegründet auch diese Meinung beym ersten Anblick scheinen mag, so läßt sie sich doch vertheidigen, und ich bin, wie ich mich schon zu Anfange dieses Zusatzes erklärt habe, jetzt weit entfernt, sie für ganz unstatthaft auszugeben. Indessen streiten noch folgende Beobachtungen dagegen, die sie wenigstens sehr unwahrscheinlich machen.

Was erstens die Versuche mit gepulvertem Schnee und Eise betrifft, so habe ich bemerkt, daß, wenn der Schnee oder das Eis nicht recht trocken war, wenn es eben zu schmelzen anfang, nie die geringsten Spuren von Elektrizität zum Vorschein kamen, ich mochte es aus dem Blasbalge auch mit noch so viel Gewalt treiben. Dieß beweist augenscheinlich, daß das Wasser nur in festem Zustande, und zwar nur alsdann, wenn das Eis oder der Schnee von aussen nicht naß, sondern ganz trocken ist, durch Reiben elektrifizirt werden kann. Auch stimmt damit der oben angeführte Versuch, wo ich ein ganz von Wasser triefendes Stück Eis mit einem Messer schabte, und dennoch Spuren von Elektrizität erhielt, recht wohl überein; denn die zuerst abgeschabten Stückchen, die naß waren, äuserten keine Zeichen von Elektrizität, und erst dann kamen welche in dem geschabten Eise sowohl, als in der isolirten Scheibe, worauf die Stückchen fielen, zum

Vor-

Vorschein, als das Messer durch das Wasser gedrungen war, und auf den trocknen Kern traf.

Ueberhaupt ist der flüssige Zustand der Elektrisirung eines Körpers durch Reiben höchst nachtheilig, so wie auch jede halbflüssige Konsistenz derselben zuwider ist. So lassen sich die Oehle, - fließendes Pech, flüssiges Fett, ob sie gleich mehr Nichtleiter als Leiter sind, dennoch nicht elektrisiren, man mag sie bewegen, schlagen und erschüttern, wie und wodurch man immer will. Noch mehr: eine dünne Schicht von Oehl, Wasser oder einer andern Flüssigkeit, womit eine Scheibe von Glas, Schwefel u. s. w. bedeckt ist, raubt dieser Scheibe das Vermögen, sich durch Reiben elektrisiren zu lassen, so dafs sie erst getrocknet werden muß, bevor sie elektrisirt werden kann. Mit einem Worte: soll Elektricität entstehen, so müssen die Oberflächen der beiden sich reibenden Körper fest und trocken seyn. Zwar kann der eine derselben auch nicht fest, d. h. die Luft seyn, denn bekanntlich wird, wenn man die Luft, z. B. vermittelst eines starken Blasbalges, gegen die Oberfläche eines glänzend reinen Harzes oder eines abgewischten und ganz trocknen Glases heftig strömen läßt, eine schwache Elektricität daselbst erregt; allein auch die Luft muß dann trocken seyn, weil im entgegengesetzten Falle der Versuch nicht gelingen würde. Schadet aber die Feuchtigkeit der Luft und ein bloßes Anlaufen der sich reibenden Körper dermassen, dafs deswegen selbst in den besten Nichtleitern keine Elektricität erregt werden kann, so läßt sich nicht erwarten, dafs das Reiben der Wassertropfen selbst oder des wässrigen Häutchens, woraus die Dunstbläschen bestehen, in der höchst feuchten Luft Elektricität hervorbringen werde.

Nicht blos dann ist das Wasser der Erregung der
ur-

ursprünglichen Elektricität zuwider, wenn es sichtbar ist, z. B. die Oberfläche der sich reibenden Körper überzieht, sondern auch alsdann, wenn es die innere Substanz derselben anfeuchtet, sie, wie bey schwammichten Körpern der Fall ist, durchdrungen hat, und so verborgen ist, daß es gar nicht in die Sinne fällt. Ein nicht ganz trockner Ziegelftein, unreifes Holz, ein etwas saftiger Knochen geben, nach meiner Art geschabt, sehr wenig Spuren von Elektricität zu erkennen, ob sie gleich schlechte Leiter sind, die Erschütterung, wenn sie einen Theil des Erschütterungskreises (*arco scaricatore*) ausmachen, wenig oder gar nicht fortpflanzen können, folglich weit mehr isoliren, als Eis und Kohlen, die, wie wir gesehen haben, die Erschütterung recht gut fortpflanzen, aber dennoch durch Schaben elektrisirt werden können, und zwar, was das Eis anlangt, in einem solchen Grade, daß die isolirte Scheibe, worauf das geschabte Eis fällt, Funken gibt. Man schabe oder feile grünes Holz, wie man immer will, und lasse die Spähne in so großer Menge, als man immer will, auf die isolirte Scheibe fallen, so wird doch die Scheibe nie die geringsten Zeichen von Elektricität zu erkennen geben; nicht etwa darum, weil das grüne Holz zu stark leitet, (denn es leitet noch weniger, als Eis und Kohlen, die sich doch auf diese Weise elektrifiren lassen,) sondern weil es zu viel Wasser enthält, das dieser Erregung der Elektricität ganz zuwider ist.

Also zeichnen sich das Vermögen des Eises, durch Reiben und Schaben elektrisch zu werden, und die Kraft des Wassers, in jedem Körper, in welchem es sich findet, die Erregung der Elektricität durch dieselben Mittel, durch Reiben und Schaben, zu hindern, in gleichem Grade aus. Allein wie verhält sich die Sache mit dem Wasser, wenn es sich im Zustande eines

nes

nes elastischen Dünstes befindet? Lassen sich diese, gewisser Massen luftförmigen und trocknen, Dünste durch Reiben elektrifiziren, oder nicht? Und wenn sie sich durch Reiben elektrifiziren lassen, wird die Elektricität in ihnen nur dann erregt, wenn sie sich gegen feste Körper, oder auch, wenn sie sich gegen die Luft reiben?

Man würde in der That zu weit gehen, wenn man die Möglichkeit dieser Voraussetzungen gerade zu läugnen wollte, gesetzt auch, es fehlte ihnen ganz an Wahrscheinlichkeit, und sie ließen sich durch keine Analogie rechtfertigen. Allein so verhält sichs nicht einmal; denn gibt es auch keine Beobachtungen, woraus sich die Sache gerade zu folgern läßt, so fehlt es doch auch nicht an Versuchen, weshalb man die Elektricität, welche durch die Ausdünstung erzeugt wird, vom Reiben der elastischen Dünste herzuleiten geneigt seyn möchte. Ich habe von diesen Versuchen im vorhergehenden Briefe ausführlich gehandelt, und zugleich die Umstände angegeben, welche die Erregung der Elektricität vermittelt der künstlichen Ausdünstung vorzüglich begünstigen. Man begreift nun unter dieser Voraussetzung leicht, warum das langsame Verbrennen der Kohlen in einem Ofen denselben und zugleich die übrigen Theile des isolirten Apparats besser elektrifizirt, als jede Ausdünstung von Wasser, Weingeist oder einer andern Flüssigkeit: die trocknen elastischen Dämpfe nämlich, welche die Kohle, indem sie verbrennt, von sich gibt, werden in der gleichfalls trocknen Luft, in welcher sie schnell aufsteigen, heftig gerieben, da hingegen die elastischen, aber nicht permanenten Dünste des Wassers u. s. w. zwar auch eine Reibung erleiden, aber auch zugleich zum Theil wieder zersetzt werden, und in einer Luft aufsteigen, welche sie sehr feucht gemacht

macht haben. Man begreift, warum, wenn man Elektricität durch die Ausdünstung des Waffers hervorbringen will, das Wasser kochen muß: das Wasser gibt alsdann eine groſſe Menge elaſtiſcher Dünſte von ſich, die ſchnell fortgeſtoſſen werden; kocht es hingegen nicht, ſo entſtehen, der Rauch mag auch noch ſo groſſ ſeyn, doch nur wenig eigentlich elaſtiſche Dünſte, und dieſe ſteigen langſamer auf, weswegen ſie auch ſchwächer, und noch dazu in einer außerordentlich feuchten Luft gerieben werden. Man begreift, warum das Gefäß, in welchem das Wasser kocht, und der Ofen, wo die Kohlen brennen, hoch und enge ſeyn müſſen; denn je höhere Wände das Gefäß hat, und je enger es iſt, eine deſto ſtärkere Reibung erleiden die darin aufſteigenden Dünſte. Man begreift endlich, warum der Verſuch mit den Kohlen vorzüglich dann gelingt, wenn man unten in den Ofen einen ſchwachen Luftſtrom einſtrömen läßt (ein ſtarker würde das Verbrennen der Kohlen zu ſehr befördern, was doch aus den obgedachten Urfachen ſehr gemäſſigt ſeyn muß); denn dieſer Luftſtrom befördert, beſchleunigt und regulirt gewiſſer Maſſen die Reibung der Dämpfe gegen die Wände des Ofens.

So laſſen ſich auf eine ganz leichte und einfache Art alle jene Bedingungen und Umſtände erklären, welche der Erregung der Elektricität durch die Verbrennung, oder die heftige Verdampfung des Waffers, oder die Entwicklung der Gasarten günſtig ſind, vorausgeſetzt, daß dieſe Elektricität durch das Reiben, welches die elaſtiſchen Ausflüſſe, indem ſie von der ausdünſtenden Maſſe los gehen, und noch mehr während des Aufſteigens erleiden, hervorgebracht wird. Ich geſtehe gern, daß ſich bisher alles eben ſo leicht, und ſelbſt noch leichter erklären läßt, als nach meiner
andern

andern Hypothese, nach welcher dergleichen elastische Ausflüsse, eben ihrer neuen Form zu Folge, eine grössere Kapazität, die elektrische Flüssigkeit zu enthalten, überkommen, woraus in ihnen ein Bestreben, mehr Elektricität anzuziehen, entspringt, so dafs sie den Körpern, von welchen sie losgehen, denen, auf welche sie beym Aufsteigen stossen, und selbst der Luft, welche sie durchstreichen, eine Dosis elektrischer Flüssigkeit entziehen, welche sie hierauf wieder fahren lassen, so wie sie sich wiederum verdichten u. s. w.

Diese andere Hypothese, auf welche mich die Analogie der Wärmematerie, welche die elastischen Dünste auf Kosten der ausdünstenden Körper gleichfalls anziehen, zuerst führte, würde ich, ungeachtet sie von den ersten Naturforschern angenommen worden ist, und ob ich ihr gleich in diesen Briefen überall gefolgt bin, dennoch ohne Bedenken aufgeben, und dafür die Elektricität, von welcher die Rede ist, blos vom Reiben der elastischen Dünste herleiten, wenn nicht andere Beobachtungen diese letztere Erklärungsart höchst unwahrscheinlich machten, da hingegen meine erste Hypothese nicht nur die Analogie der Wärmematerie für sich hat, sondern auch an Anwendungen reichhaltiger ist, und mit den meteorologischen Erscheinungen übereinstimmt, weshalb sie mir, alles wohl erwogen, immer noch den Vorzug zu verdienen scheint.

Was erstens die Beobachtungen anlangt, welche der vorgeblichen Elektrisirung der Dünste durch Reiben entgegen sind, so läfst sich, wenn man diese Elektricität von der Reibung herleitet, nicht begreifen, warum in unsern Versuchen der isolirte ausdünstende Apparat immer negativ elektrisirt wird, er mag bestehen, woraus er immer will, und man mag, was man immer will, darauf verdünsten lassen. Eben so wenig be-

reift

greift man dann, warum die Elektricität der Dünfte selbst immer positiv ist, und hierin nie, bey veränderter Reibung, ein Unterschied Statt findet. Ganz anders verhält sich doch die Sache bey den Versuchen mit den Spänen, die durch das Reiben positiv oder negativ elektrisirt werden, je nachdem sie beschaffen, und die Körper, an denen sie sich reiben, oder von denen sie los gehen, verschieden sind; ja sie pflegen auch wohl unter Umständen, die zuweilen unmerklich sind, aus dem positiven Zustand in den negativen überzugehen. Woher kommt es nun, daß alle Dünfte, sie mögen auch noch so verschieden seyn, sie mögen von Wasser, oder Weingeist, oder Aether, oder Oehlen, oder brennenden Kohlen u. s. w. herrühren, dennoch immer durch Reiben eine positive Elektricität erhalten, und zugleich Eisen, Kupfer, Silber, Porcellan, Glas, Holz, Kohlen, Wasser, Luft, kurz alle Körper, von welchen sie los gehen, und mit welchen sie sich beym Aufsteigen reiben, immer negativ elektrisiren? Warum findet niemals das Gegentheil Statt, ich meine, warum werden nie die Dünfte negativ, und die Körper, mit denen sie sich reiben, positiv elektrisirt?

Daß Eisen und Kupfer, wenn es glühend von Wasser berührt wird, eine positive Elektricität überkommt, hebt die Schwierigkeit noch nicht: es ist dieß ein besonderer Fall, ein zusammengesetztes Phänomen, das sich auf mehr als eine Art erklären läßt, wie ich in dem vorhergehenden Briefe bemerkt habe, und bey dem das Hauptfaktum, daß eine jede Ausdünstung an und für sich elektrische Flüssigkeit dem ausdünstenden Apparate raubt, in seiner ganzen Allgemeinheit recht gut bestehen kann. Dieß könnte, ich wiederhole es, für alle und jede Dünfte, und für alle und jede Körper,

per, womit sich die Dünfte reiben, schlechterdings nicht gelten, wenn diese Reibung die nächste Ursache der Elektricität, welche durch die Ausdünstung erzeugt wird, wirklich wäre. Müßten dann nicht wenigstens die öhlichten Dünfte die Wände der irdenen und besonders der gläsernen Gefäße, mit denen sie sich reiben, dem Gesetze zu Folge, nach welchem das Glas nach der positiven, Harz und Fett aber nach der negativen Elektricität strebt, positiv elektrifiziren, und selbst negativ elektrifizirt werden? Aber auch unter den andern nicht öhlichten Dünften müßte es wohl welche geben, die einige derer Körper, von welchen sie sich entbinden, oder mit welchen sie sich reiben, positiv elektrifiziren, wenn es wahr wäre, daß die Elektricität, von welcher hier die Rede ist, von weiter nichts, als von diesem Reiben, herrührte.

Allein die Erfahrung lehrt unwidersprechlich, daß der Körper, von welchem die Dünfte los gehen, oder mit welchem sie sich reiben, er mag beschaffen seyn, wie er immer will, beständig eine negative Elektricität äußert. Dieß läßt sich nicht gut mit demjenigen vereinigen, was man über die durch Reiben erregte Elektricität beobachtet hat, die bekanntlich nach der Natur der Körper, welche man dem Versuche unterwirft, und nach andern Umständen mehr verschieden ist, besonders wenn man den Versuch mit ganz kleinen Körpern, mit Bruchstücken und Pulvern anstellt. Ich habe in meinen zahlreichen Versuchen nicht nur bey verschiedenen Pulvern und Spähnen, die ich mit einem gegebenen Körper rieb, sondern auch zuweilen bey einerley Pulver, bey einerley Bruchstücken, die ich mit einem und demselben Körper, und, wie es schien, auf dieselbe Art rieb, wo manchmal der ganze Unterschied darin bestand, daß ich stärker oder schwächer schabte, oder

oder das Pulver aus dem Blasbalge mit mehr oder weniger Gewalt trieb, sehr verschiedene Resultate erhalten. Aenderte ich nun gar das Pulver, den reibenden Körper und die Art der Reibung, so war es vollends unmöglich, mit Gewissheit vorher zu sagen, ob das Pulver oder die Spähne positiv oder negativ elektrisirt werden würden; kaum liefs sich diefs bey gepulvertem Harz, Wachs und andern Körpern voraus sehen, die doch offenbar nach negativer Elektricität streben. Wer wird sich also wohl überzeugen können, dafs die elastischen Dünste aller und jeder Substanzen, indem sie sich mit allen Arten von Körpern reiben, doch immer nur der positiven Elektricität empfänglich sind? Zeigt also die Erfahrung, dafs dergleichen Dünste sich immer mit elektrischer Flüssigkeit auf Unkosten der Körper, von denen sie sich erheben, und an denen sie bey dem Aufsteigen hinstreichen, bereichern, wodurch der ausdünstende Apparat immer seiner elektrischen Materie beraubt, also negativ elektrisirt werden mufs, so mufs man annehmen, dafs diefs nicht vom Reiben, sondern von einer ganz andern Ursache, die mit der Erzeugung der Dünste unmittelbar zusammen hängt, herzuleiten ist. Und diese Ursache kann wohl nichts anders seyn als ein natürliches inneres Bestreben der elastischen Dünste, mehr elektrische Materie anzuziehen, weil sie ihrer neuen Form zu Folge eine grössere Kapazität für die elektrische Flüssigkeit, so wie für die Wärmematerie, besitzen. Also trägt die Reibung der Dünste zur Erregung der Elektricität, wovon hier die Rede ist, entweder gar nichts, oder nur sehr wenig bey; so wenig, dafs, sie mag auch noch so gross seyn, der ausdünstende Apparat doch niemals Zeichen von positiver Elektricität von sich geben kann.

Bis hierher habe ich von den elastischen, aber nicht

permanent elastischen Dünsten gesprochen, und durch meine sowohl, als fremde, oft wiederholte und auf mancherley Art abgeänderte Versuche dargethan, daß diese Dünste, sie mögen nun wälsrig, geistig oder öhlig seyn, dem isolirten Apparate, d. h. dem Gefäße, welches die ausdünstende Materie enthält, und aus welchem die Dünste aufsteigen, immer elektrische Flüssigkeit entziehen; eine Erscheinung, die, ich wiederhole es noch einmal, nicht mit solcher Beständigkeit Statt finden könnte, wenn diese Elektrizität wirklich vom Reiben herrührte, weil dann einige jener Dünste, die geistigen z. B., oder wenigstens die öhligen, der Natur solcher Substanzen zu Folge, vermöge der Reibung vielmehr von ihrer eignen elektrischen Flüssigkeit etwas abgeben, und, wenn auch nicht die metallenen, doch die irdenen und besonders die gläsernen Gefäße positiv elektrifiziren müßten. Ich wende mich nun zu den permanent elastischen Dünsten, den sogenannten künstlichen Luft- oder Gasarten.

Auch diese werden meine Meinung bestätigen, wenn die Erfahrung zeigen wird, daß alle immer und in jedem Falle das isolirte Gefäß, wo das Aufbrausen, welches sie hervorbringt, vor sich geht, negativ elektrifiziren. Denn verhält sich die Sache so, die sich entwickelnde Luftart, die aufbrauchende Mischung und die Materie des Gefäßes mögen beschaffen seyn, wie sie immer wollen, so wird es wenigstens im höchsten Grade wahrscheinlich, daß die Einsaugung der elektrischen Materie, welche man bey der Entstehung aller dieser elastischen Flüssigkeiten unausbleiblich beobachtet, der Erzeugung derselben selbst, ihrer außerordentlichen Kapazität, aber nicht dem veränderlichen und unbeständigen Reiben, welches sie erleiden, zugeschrieben werden muß. Auch hier wird uns die Analogie der elek-

elektrischen Flüssigkeit mit der Wärmematerie helfen, die von den Luftarten, so wie von den Dünsten, eingesogen wird, woraus immer eine merkliche Erkältung der aufbrausenden Mischung, oder wenigstens eine große Verminderung der Wärme, welche sich sonst aus der Mischung selbst entbindet, entspringt, so daß sich desto weniger Wärme erzeugt, je mehr luftförmige Flüssigkeit hervorgebracht wird.

Wird durch eine jede Effervescenz, was für eine Gasart sich auch immer dadurch entbinden mag, jedes Gefäß beständig negativ elektrisirt? Meine ersten Versuche, und viele andere, die ich späterhin über das Aufbrausen, wodurch fixe, entzündbare und Salpeterluft erzeugt werden, oder über die Verbrennung der Kohlen, aus welchen sich entzündbare und fixe Luft zugleich entwickeln, anstellte, lieferten mir Resultate, welche meiner Erwartung ganz entsprachen: sie entschieden alle zu Gunsten meiner Meinung, und widersprachen folglich der entgegengesetzten Hypothese, nach welcher die in diesen Versuchen erregte Elektricität der Reibung zuzuschreiben ist. Allein als ich die gedachten Versuche wiederholte und abänderte, bemerkte ich, daß die Auflösungen der Metalle, aus welchen sich die entzündbare Luft entbindet, besonders die Auflösung des Zinks in der verdünnten Vitriolsäure, im Gefäße und im ganzen Apparate, anstatt der gewöhnlichen negativen Elektricität, zuweilen eine positive hervorbrachten. Bey den andern Auflösungen, welche fixe Luft hervorbringen, habe ich bis jetzt immer negative Elektricität bekommen; allein wer weiß, ob man nicht, wenn man diese Versuche noch mehr wiederholt und abändert, auch hier auf Ausnahmen oder Anomalien stoßen wird. Hingegen ist das Resultat

unveränderlich, d. h. die Elektricität wird ohne Ausnahme negativ befunden, wenn man Kohlen verbrennen läßt, sie glühend mit Wasser bespritzt, oder sie glühend in Wasser eintaucht. In diesen Versuchen, die ich viel tausend Mal wiederholt habe, und wo der Apparat ziemlich stark (viel stärker, als beym bloßen Kochen des Wassers) elektrisirt zu werden pflegt, ist die Elektricität niemals anders als negativ gewesen, und es ist mir noch kein einziger entgegengesetzter Fall vorgekommen.

Was soll man nun von denen Fällen denken, wo bey der Entwicklung der entzündbaren metallischen Luft eine positive Elektricität im Gefäße entstanden ist? — Es gilt hiervon eben das, was ich schon oben *) erinnert habe, wo von einer ähnlichen Erscheinung, die man dann bemerkt, wenn man Wasser auf glühendes Eisen oder Kupfer spritzt, die Rede war. Durch die Aenderung, welche das Metall und das Auflösungsmittel erleiden, und durch die Zersetzungen und neuen Verbindungen, welche vor sich gehen, wird vielleicht neue elektrische Flüssigkeit erzeugt oder bloß entwickelt. Reicht diese nun eben hin, die Menge elektrischer Materie, welche die elastische luftförmige Flüssigkeit mit sich fortreißt, zu ersetzen, so äußert der Apparat gar keine Elektricität; beträgt sie aber mehr, so wird der Apparat positiv, und beträgt sie weniger, so wird er negativ elektrisirt. Auf diese Weise lassen sich dergleichen Anomalieen leicht erklären, und Herrn DE SAUSURE'S Voraussetzung, daß die elektrische Flüssigkeit wirklich erzeugt werde, und (was auch mit KIRWAN'S Meinung übereinkommt) eine Art von entzündbarer Luft

*) Man sehe den sechsten Brief, S. 208. ff.

Luft sey *), scheint an Wahrscheinlichkeit zu gewinnen; wiewohl ich, wenn eine solche Erzeugung der elektrischen Materie wirklich anzunehmen ist, dieselbe nicht eigentlich für entzündbare Luft, sondern vielmehr für eine gewisser Massen analoge Flüssigkeit, die zugleich mit der entzündbaren Luft entsteht, halten möchte.

Dem sey, wie ihm wolle, es mag dabey neue elektrische Flüssigkeit wirklich erzeugt, oder die zuvor verborgene und gebundene bloß entwickelt werden, so scheint mir doch so viel gewiß zu seyn, daß die Gasarten bey ihrer Entstehung elektrische Materie einsaugen. Die schon öfters bemerkte Analogie der Warmematerie mit der elektrischen Flüssigkeit kommt uns auch hier zu Statten. Bekanntlich wird bey vielen Mischungen und Auflösungen Wärme entbunden oder erzeugt, wodurch das Thermometer um mehrere Grade steigt, wie zum Beyspiel geschieht, wenn man eine Säure zum gebrannten Kalk oder zu einem ätzenden Laugenfalze gießt. Ist nun das Laugenfalz nicht ätzend, sondern mild und aufbrausend, und ist der Kalk gleichfalls roh und luftvoll, so wird die Wärme, welche entsteht, wenn man den Kalk oder das Laugenfalz mit der Säure verbindet, weit geringer, zuweilen null, und nicht selten gar negativ seyn, d. h. es wird eine wirkliche Kälte entstehen, wie z. B. der Fall ist, wenn man Essig oder schwachen Salpetergeist auf luftvolles flüchtiges Laugenfalz gießt. Die Ursache davon ist folgende. Die fixe Luft, welche aus dem luftvollen Kalke, oder der rohen Kalkerde, und dem gleichfalls luftvollen Laugenfalze bey dem Zugießen der Säure entbunden wird, und in den elastischen Zustand übergeht, bekommt,

R 4

indem

indem sie diese luftförmige Gestalt annimmt, eine große Kapazität für die Wärmematerie. Vermöge dieser Kapazität zieht sie eine große Quantität Wärmematerie an sich, wodurch die Wärme, welche aus der Verbindung der Säure mit dem reinen Laugensalze oder mit dem reinen Kalke entspringt, dermaßen vermindert wird, daß sie in einigen Fällen ganz verschwindet, und wohl gar dafür, wie in dem angeführten Beyspiele, Kälte eintritt. Wir haben also bey allen Aufbraufungen auf der einen Seite Erzeugung oder Entwicklung, und auf der andern Einsaugung der Wärme, woraus, je nachdem die Einsaugung oder die Entwicklung die Oberhand hat, eine Erkältung oder eine Erhitzung der Mischung entspringt. Eben so haben wir, wenn auch nicht bey allen Aufbraufungen, doch bey einigen von denen, welche entzündbare Luft entbinden, auf der einen Seite Erzeugung oder Entwicklung der elektrischen Flüssigkeit, und auf der andern, da die gedachte Gasart elektrische Materie mit sich fortnimmt, Verlust an derselben; hieraus entspringt eine positive oder negative Elektrizität in dem Gefäße, welches die aufbraufende Materie enthält, je nachdem mehr elektrische Flüssigkeit entbunden oder erzeugt, oder mehr fortgerissen wird, u. s. w.

Obgleich diese Erklärung hinlänglich gegründet ist, und sich auf diese Weise von den gedachten Unregelmäßigkeiten, ich meine die Fälle, da gewisse Aufbraufungen und besonders die Verdunstung des Wassers aufglühendem Eisen oder Kupfer eine positive Elektrizität anstatt der negativen, die bey jeder andern Ausdunstung und Effervescenz zu entstehen pflegt, hervorbringen, auf eine ungezwungene Weise Rechenschaft geben läßt, so läugne ich doch nicht, daß sich die Sache noch einfacher erklären liesse, wenn man die in
allen

allen dergleichen Versuchen beobachtete Elektricität von der Reibung der elastischen Dünste und der Gasarten herleiten könnte. Dann würde sich statt der Anomalieen die grösste Uebereinstimmung zeigen; denn wir wissen bereits aus andern unzähligen Versuchen, wie leicht die durch Reiben erregte Elektricität, besonders bey Körpern, die schlecht isoliren, vorzüglich wenn sie zerbrochen, gepulvert u. s. w. worden sind, aus dem positiven Zustand in den negativen, und aus diesem in jenen, übergehen kann. Ich gestehe es, Anfangs haben mich diese Anomalieen nicht wenig verlegen gemacht, und ich hätte leicht bewogen werden können, meine Theorie über die durch Ausdünstung und Effervescenz hervorgebrachte Elektricität aufzugeben, und diese Elektricität für eine bloße Wirkung der Reibung der entwickelten Dünste und Gasarten zu halten, wenn es der Fälle, da eine positive Elektricität statt der negativen zum Vorschein kommt, nicht verhältnismässig so wenig gäbe, und wenn nicht diese wenigen Fälle selbst immer mit ganz besondern Umständen, dergleichen die Zersetzung eines Metalls und die Erzeugung der entzündbaren Luft sind, begleitet wären. Es ist hier also nicht von bloßer Verflüchtigung die Rede: es tritt noch ein anderes Phänomen ein, das der Sache einen ganz andern Ausschlag geben kann, wenn sich auch die Art und Weise, wie dies geschieht, nicht gewiss bestimmen läßt. Ich für meinen Theil habe sie zu erklären gesucht, und die von mir gegebene Erklärung wird hoffentlich nicht ganz unwahrscheinlich vorkommen. Wollte man sich an die andere Erklärung, die, wie ich zugestanden habe, einfacher scheint, halten, und die positive Elektricität in diesen wenigen Fällen von der Reibung der elastischen Flüssigkeit, welche aufsteigt, herleiten, so würde man, wie ich schon erinnert habe, auf Schwierigkeiten stossen, die sich, so

viel ich einsehen kann, schlechterdings nicht wegräumen lassen. Ich frage dann, woher kommt es, daß in allen andern Fällen, wo wässrige, geistige, öhlige Dünste aus metallenen, irdenen u. a. Gefäßen aufsteigen, diese Gefäße niemals positiv, sondern immer negativ elektrisirt werden? daß immer ohne Ausnahme negative Elektricität zum Vorschein kommt, wenn man Kohlen, von welcher Art sie auch immer seyn mögen, und in welchem Gefäße man auch den Versuch anstellen mag, verbrennen läßt, oder sie, während daß sie brennen, mit etwas Wasser bespritzt, oder sie in Wasser taucht und auslöscht? —

Diese Betrachtungen haben mich zu meiner ersten Theorie zurückgeführt. Noch mehr aber haben mich darin folgende Beobachtungen bestätigt, die überzeugend darthun, wie sehr die Meinung, daß alles vom Reiben der Dünste hergeleitet werden müsse, ungegründet ist.

Betrachten wir die Elektricität, welche durch die natürliche gelinde Ausdünstung in der Atmosphäre erzeugt wird, und überlegen wir nur, wie langsam und allmählich die Dünste in der Luft aufsteigen, so läßt sich gar nicht daran denken, daß die Dünste durch ein so schwaches Reiben mit der Luft elektrisirt werden können. Nimmt man hingegen an, daß sie, indem sie sich bilden, mehr Kapazität erlangen, so begreift man sogleich, daß sie erstlich der Erde, dann den der Erden nahen, hierauf den von der Erde entfernten Luftschichten Elektricität, und zwar immer weniger und weniger, entziehen müssen, bis sie damit ganz gesättigt worden sind, worauf sie der Luft nichts weiter rauben. Hieraus folgt, daß die Erde und die der Erde
näher

nähern Luftschichten, weil sie von ihrer Elektricität am meisten verloren haben, an elektrischer Materie auch am meisten Mangel leiden, da sich hingegen die höhern Luftschichten selbst dann positiv elektrisch zeigen, wenn die Dünste noch nicht verdichtet werden, d. h. wenn der Himmel noch vollkommen heiter ist, vollends aber dann, wenn sich die Dünste verdichten, und ihre außerordentliche Kapazität, die sie, so lange sie Dünste sind, besitzen, wieder verlieren.

Wäre die Reibung der Dünste mit der Luft, in welcher sie aufsteigen, und nicht ihre vermehrte Kapazität, die Ursache der atmosphärischen Elektricität, so müßte diese Elektricität weit stärker, als gewöhnlich, alsdann seyn, wenn heftige Winde wehen. Allein die Erfahrung lehrt uns, daß eher das Gegentheil Statt findet.

Was aber meine Theorie vorzüglich begünstigt, und, ich möchte fast sagen, unwidersprechlich darthut, ist die sehr starke positive Elektricität, welche durch die Bildung der Wolken und Nebel erzeugt wird. Es läßt sich in der That nicht wohl denken, daß hier eine Reibung der elastischen Dünste mit im Spiele sey, am wenigsten alsdann, wenn die Nebel und die außerordentlich elektrischen Gewitterwolken bey ganz windstillem Wetter entstehen. Man wird mir vielleicht einwenden, daß doch die weit und breit zerstreuten Dünste sich alsdann sammeln und verdichten, folglich ihre vorige Elektricität, ohne daß sich neue in ihnen erzeugt, an Intensität in demselben Verhältnisse wächst, wie sie sich anhäufen und in einen kleinern Raum zusammen ziehen. Allein die Nebel, und oft auch die Gewitterwolken, erzeugen sich ganz anders; die Dünste

Sie ziehen sich gewiß nicht, wenigstens nicht größten
 Theils, aus weit entfernten Gegenden in einen engen
 Raum zusammen; sie sind vielmehr schon da, und
 nur darum unsichtbar, weil sie elastisch, luftförmig
 und in der Luft vollkommen aufgelöst sind; kommen
 nun noch einige Dünste mehr hinzu, oder wird die
 Luft durch die Einwirkung der Kälte mit Dünsten über-
 sättigt, so verwandeln sie sich in Dunstbläschen, und
 erzeugen Nebel und Wolken; zugleich verlieren sie
 aber auch die außerordentliche Kapazität, die sie als
 elastische Dünste besaßen, und es zeigt sich in ihnen
 ein Ueberfluß an elektrischer Flüssigkeit. So leicht
 und ungezwungen man diese Erklärung, die sich auf
 die verschiedene Kapazität der elastischen Dünste und
 der Dunstbläschen gründet, finden muß, so schwer
 würde es seyn, die Sache auf eine andere Art zu er-
 klären, besonders wenn man bey den elastischen Dün-
 sten und den Dunstbläschen weiter nichts als die Rei-
 bung in Betrachtung ziehen, alles auf der Reibung be-
 ruhen lassen wollte.

Indessen will ich nicht behaupten, daß das Rei-
 ben hiervon ganz auszuschliessen sey, und gar nichts
 dazu beytragen könne. Ich glaube nur, daß dieses
 Reiben der Dünste in Rücksicht der Phänomene sowohl,
 von welchen ich bis jetzt gesprochen habe, als auch
 vieler anderer Erscheinungen der elektrischen Meteoro-
 logie, wovon in diesen Briefen theils schon gehan-
 delt worden ist, theils noch gehandelt werden wird,
 wenig oder gar nicht in Anschlag gebracht werden
 darf.

Ich habe geglaubt, in diesem langen Zusatze ei-
 nes Theils die Gründe, die sich für die Elektrisirung
 der

der Wassertropfen und der Dunstbläschen durch das Reiben derselben in der Luft anführen lassen, in welchem Falle die Elektricität der Wasserfälle nach Herrn TRALLES Meinung von dieser Ursache herzuleiten wäre, und andern Theils die Gründe und Beobachtungen, denen zu Folge der Reibung der elastischen Dünste, die gewisser Massen trocken heißen können, eine ähnliche Kraft mit weit mehr Wahrscheinlichkeit zugeschrieben werden könnte, unpartheyisch anführen zu müssen. Ich habe nichts verschwiegen, was beyden Meinungen günstig ist, oder günstig zu seyn scheint, um den Vorwurf zu vermeiden, als ob ich aus Vorliebe für meine alte Theorie die andern nur zu bestreiten gesucht hätte. Man wird mir nun hoffentlich glauben, daß ich nicht aus Eigenliebe, sondern zu Folge einer strengen und unpartheyischen Prüfung aller Gründe, besonders aber einer anhaltenden Untersuchung der meteorologischen Phänomene, bey meiner frühern Theorie, die ich schon an mehreren Stellen erklärt habe, und durch neue Anwendungen in den folgenden Briefen noch mehr entwickeln werde, unveränderlich stehen bleibe.

Schliesslich erinnere ich noch, daß mein System über den Ursprung der atmosphärischen Elektricität ebenso gut bestehen würde, wenn auch die von der Erde aufsteigenden Dünste die Elektricität, womit sie sich und die höhern Luftschichten beladen, der Erde und den niedern Luftschichten nicht, wie ich behauptet habe und noch behaupte, vermöge ihrer größern Kapazität, sondern der Reibung zu Folge, die sie erleiden, entzögen. Der wichtigste Theil meiner Entdeckung, und ihre unmittelbare Anwendung auf die atmosphärische Elektricität bleiben immer fest stehen: es bleibt

bleibt immer wahr und ausgemacht, daß die atmosphärische Elektricität, die man, wenn nicht zufällige, leicht zu erklärende Ursachen sie stören, und die entgegengesetzte erzeugen, beständig positiv findet, von der elektrischen Flüssigkeit herrührt, welche die Dünste auf Kosten der Erde und der niedern Luftschichten allmählich in die höhern führen; daß, wenn sich die Dünste verdichten, und wiederum nach der Erde herabsinken, die den niedern Luftschichten und der Erde geraubte Elektricität zurück kommt u. s. w.

Folgende *Anmerkungen*, die in dem ersten Bogen aus einem Versehen weggeblieben sind, wird der Leser an den gehörigen Stellen einzuschalten gebeten.

Seite 3. Zeile 3.

Der Verfasser hat diese Briefe an Herrn Hofrath LICHTENBERG in Göttingen gerichtet. Die sechs ersten wurden im Julius und August 1787, die folgenden im October und November desselben Jahres geschrieben. In der von L. BRUGNATELLI herausgegebenen *Biblioteca fisica d'Europa* erschienen sie zuerst öffentlich mit Veränderungen und Zusätzen des Verfassers.

Anmerk. des Uebers.

Seite 5. Zeile 3.

Die hier versprochene Beschreibung ist seitdem in L. BRUGNATELLI's *Annali di chimica* stückweise erschienen. Eine Uebersetzung derselben wird auf die Briefe über die elektrische Meteorologie folgen.

Anmerk. des Uebers.

Seite 5. Zeile 14.

Für diejenigen Leser, denen die Einrichtung dieses tragbaren Elektroskops noch nicht bekannt seyn möchte, füge ich eine kurze Beschreibung desselben und zwey Figuren bey. Die erste Figur ist aus Herrn DE SAUSSURE's Reisen durch die Alpen *) entlehnt. Die zweite stellt zwey dergleichen Elektroskope, wie sie von unserm Verfasser verbessert worden sind, vor. Das eine derselben ist höchst empfindlich, zur Messung der schwächsten Elektricität bestimmt, und mit einer Skale von mehr als zwanzig Graden

*) Dritter Theil, achtundzwanzigstes Kapitel, Neue Untersuchungen der atmosphärischen Elektricität, S. 131. ff. der deutschen Uebersetzung.

den versehen. Das andere hat eine Skale von gleich viel Graden, und dient, eine vier Mal stärkere Elektricität zu messen. Beyde sind vermittelt zweyer gleicher sich berührender Eisendrähte, oder vermittelt eines einzigen zusammenhängenden verbunden; eine Verbindung, deren Endzweck weiter unten erhellen wird. —

Der Erfinder dieses Instruments, TIBERIUS CAVALLO, hat selbst die Einrichtung und den Gebrauch desselben umständlich beschrieben *). Die Beschreibung ist für diesen Ort zu weitläufig, und eben so wenig verstattet es der Raum, DE SAUSSURE'S Verbesserungen einzeln durchzugehen. Ich kann mich nur auf das Wesentliche einschränken, wobey ich zugleich einiges von unsers Verfassers Veränderungen oder Zusätzen mitnehmen werde.

Das Instrument besteht aus zwey leichten, innerhalb einer kleinen Flasche oder Glocke von Krytallglas neben einander aufgehängten, höchst beweglichen Pendeln. Diese Pendel sind nichts anders als sehr dünne Silberdrähte, und haben unten Kügelchen von Hollundermark. Sie hängen vermittelt kleiner Ringe an einem metallenen Plättchen, welches durch den Hals des Glases hindurch und etwas über denselben hinein geht, und auch aussen ein wenig hervorragt, wo es sich in einen Haken, oder besser in einen Knopf oder ein Hütchen endigt, das vermittelt eines guten harzigen Küttes oder durch aufgeklebtes spanisches Wachs die Mündung des Glases genau schliesst. Die Pendel sind auf diese Weise vor den Erschütterungen der Luft und vor aller äussern Feuchtigkeit hinlänglich gesichert. Von dem Boden des Glases müssen sie wenigstens fünf bis sechs Linien abstehen. Begreiflich sind sie so vollkommen isolirt, und sie werden es in einem noch höhern Grade, wenn man das Glas äusserlich vom Halse an bis an die Mitte des Körpers mit gutem Siegelack überzieht.

Schon hieraus erhellt, wie groß die Empfindlichkeit dieses Elektroskops seyn muss. Begreiflich muss auch die schwächste Elektricität die so ungemein beweglichen Pendel afficiren, und aus einander treiben; es sey nun, dass ein sehr schwach elektrisirter Körper das metallene Hütchen, an welchem die Drähte hängen, wirklich berührt, oder dass ein anderer ein wenig stärker elektrisirter Körper sich demselben nur nähert. Weil die Pendel desto weiter aus einander fahren, je stärker die Elektricität ist, so begreift man leicht, dass dieß ein Mittel ist, die Grade der Elektricität

*) Im siebzigsten Bande der Londner Transactionen.

cität einiger Massen zu schätzen. Um diese Schätzung mit einiger Genauigkeit verrichten zu können, hat Herr DE SAUSSURE noch eine graduirte Skale angebracht; er hat nämlich ungefähr den halben Umfang des Glases, ein wenig über dem Boden, in Linien und Viertellinien eingetheilt.

Es ist nicht meine Absicht, alle andere Vorzüge und den mannigfaltigen Gebrauch dieses Elektroskops durchzugehen; ich begnüge mich, nur einen der Hauptvorzüge desselben anzuzeigen, wodurch es im höchsten Grade nützlich und bequem wird. Man kann vermittelt desselben nicht nur das Daseyn, sondern auch noch die Art der Elektricität sogleich erkennen. Wenn nämlich die Pendel mit positiver Elektricität aus einander gehen, und man dem Hütchen eine geriebene Glasröhre oder einen andern mit positiver Elektricität versehenen Körper nähert, so werden sie noch weiter aus einander getrieben; im Gegentheil nähern sie sich, wenn man an das Hütchen eine geriebene Stange spanisches Wachs oder einen andern negativ elektrisirten Körper hält. Gehen sie mit negativer Elektricität aus einander, so bringt sie die Glasröhre und jeder positiv elektrisirte Körper näher zusammen, indess sie durch das spanische Wachs und jeden andern negativ elektrisirten Körper noch mehr von einander entfernt werden.

Damit nicht bey etwas starker Elektricität Spuren davon in der innern Oberfläche des Glases zurückbleiben, und die Pendel wider die Absicht des Beobachters aus einander treiben, wodurch die Beobachtung nothwendig unsicher und zweydeutig werden müßte, schneidet man den Boden des Glases weg, und gibt ihm dafür einen metallenen, auch klebt man noch inwendig auf das Glas einige metallene Streifen, z. B. von Stanniol, so daß sie die innere Oberfläche desselben von der Mitte an bis an den metallenen Boden gutentheils bedecken.

Man muß den Boden, so wie das Hütchen, mit einem harzigen Kütt befestigen, damit schlechterdings keine Luft in das Gefäß eindringen kann; widrigenfalls würde endlich auch Feuchtigkeit hinein kommen, und dann müßte die Elektricität, die sich sonst wohl eine Stunde und drüber erhalten könnte, in wenig Minuten verschwinden. Die äußere Oberfläche des Glases anlangend, so wird dasselbe durch den von VOLTA empfohlenen Ueberzug von Siegelack, selbst bey feuchter Witterung, hinlänglich isolirt. Alles, was man dabey zu beobachten hat, ist, daß man diesen Ueberzug von Zeit zu Zeit trockne, und zuweilen (was aber nur sehr selten nöthig seyn wird) erneuere.

Die erste Figur stellt das Elektroskop dar, dessen sich Herr DE SAUSSURE bedient. ABC ist das Elektrometer, A der Haken, BDC die kleine gläserne Glocke, die oben durchbort ist. Durch diese Oeffnung geht die Fortsetzung des Hakens D, an welcher die Silberdrähte Eg, Eg hängen, die unten kleine Hohlundermarkkugeln g, g haben, und durch ihr Divergiren die Elektricität anzeigen. Die Buchstaben B, C deuten den metallenen, an die Ränder der Glocke gekütteten Boden an, und h, h, h, h sind die Stanniolstreifen, die inwendig auf die Glocke geklebt sind, damit sie dem Glase die Elektricität entziehen, welche in demselben nach den Versuchen zuweilen zurückbleibt.

In der zweyten Figur zeigen sich dieselben Theile, nur sind noch die wichtigen Veränderungen mit dargestellt, welche Herr VOLTA an diesem Werkzeuge angebracht hat, und wovon im ersten Briefe gehandelt wird.

L. BRUGNATELLI. *)

Seite 7. Zeile 3 von unten.

Ist das Fläschchen nur $1\frac{3}{4}$ Zoll breit, so darf man die Elektricität nicht höher treiben; sonst würden die Pendel an die Seiten des Glases anstoßen.

Anmerk. d. Verf.

Seite 8. Zeile 18.

Von diesem viel versprechenden Werke unsers Verfassers werde ich, so bald das Original zu haben seyn wird, eine deutsche Uebersetzung besorgen.

Anmerk. d. Uebers.

Seite 15. Zeile 7 von unten.

Meistens habe ich mich hohler Cylinder von Messing bedient, die einen Zoll im Durchmesser hielten, fünf Fufs lang waren, und sich in dreyzollige Kugeln endigten.

Anmerk. d. Verf.

*) Diese Anmerkung des verdienstvollen Herausgebers der Biblioteca fisica d' Europa nebst den darin erklärten Figuren ist dieser Uebersetzung beygefügt worden, um des Verfassers Vortrag verständlicher zu machen.

Anmerk. d. Uebers.

Ver-

~~Verbefferungen.~~

Seite 5	Zeile 19	Strohhalmen	lies Strohhalme.
— 6	— 15	wohl nicht	— nicht wohl.
— 7	— 20	den Funken	— um Funken.
— 8	— 10	diesem	— diesen.
— 12	— 15	vorzukommen	— zu vorzukommen.
— 14	— 13	u. a. a. O. Hacken	lies Haken.
— —	— 31	bemerkte	lies bemerkt.
— —	— 35	diente	— dient.
— 16	— 22	meinem Elektrometer	lies meinen Elektrome- tern.
— —	— 26	ladete	lies lud.
— 19	— 2	oder den einen	— oder um einen.
— 22	— 11	und	— um.
— 24	— 29	in	— und.
— —	— 30	Graden	— Grade.
— 25	— 1	keine	— keiner.
— 26	— 17	größtentheils	— größtentheils
— 27	— 6.7	und	nimmt lies einer etwa um ein Viertel oder ein Fünftel dickere, als ein anderer, nimmt.
— 28	— 2	wurden	lies wurde.
— —	— 16	Strohhalme	— Strohhalmen.
— 29	— 7	von unt. getroffen	— treffe.
— 30	— 9	an	— auf.
— —	— 7	von unt. mehr	— weniger.
— —	— 5	— — wenig	— stark.
— —	—	letzte da Ret talsu	— das Resultat.
— 32	— 17	müssen	— müßten.
— 36	— 28	dem	— den.
— 40	— 28	den	— dem.
— 41	— 23	Spinthrometers	— Spintrometers.
— 43	— 29	fünf Zoll	— von fünf Zoll.
— 44	— 4	fogleich	— bald.
— —	— 3	zusammentreffen	— zusammentreffe.
— 45	— 9	der	— auf der.

~~Seite 48 Zeile 3 von unt. zwey Zoll lies von zwey Zoll.~~

~~— — — letzte, Elektricität — die Elektricität.~~

~~— 49 — 17 an — in.~~

~~— 50 — 5 von unt. Atmosphäre — Atmosphären.~~

~~— 57 — 11 Das Komma nach Flasche ist auszustreichen
und dafür eines nach Belegung zu setzen.~~

~~— 59 — 4 Verrichtung lies Vorrichtung.~~

~~— 60 — 10 ich — ich Ihnen.~~

~~— 128 — 19 dieser — unser.~~



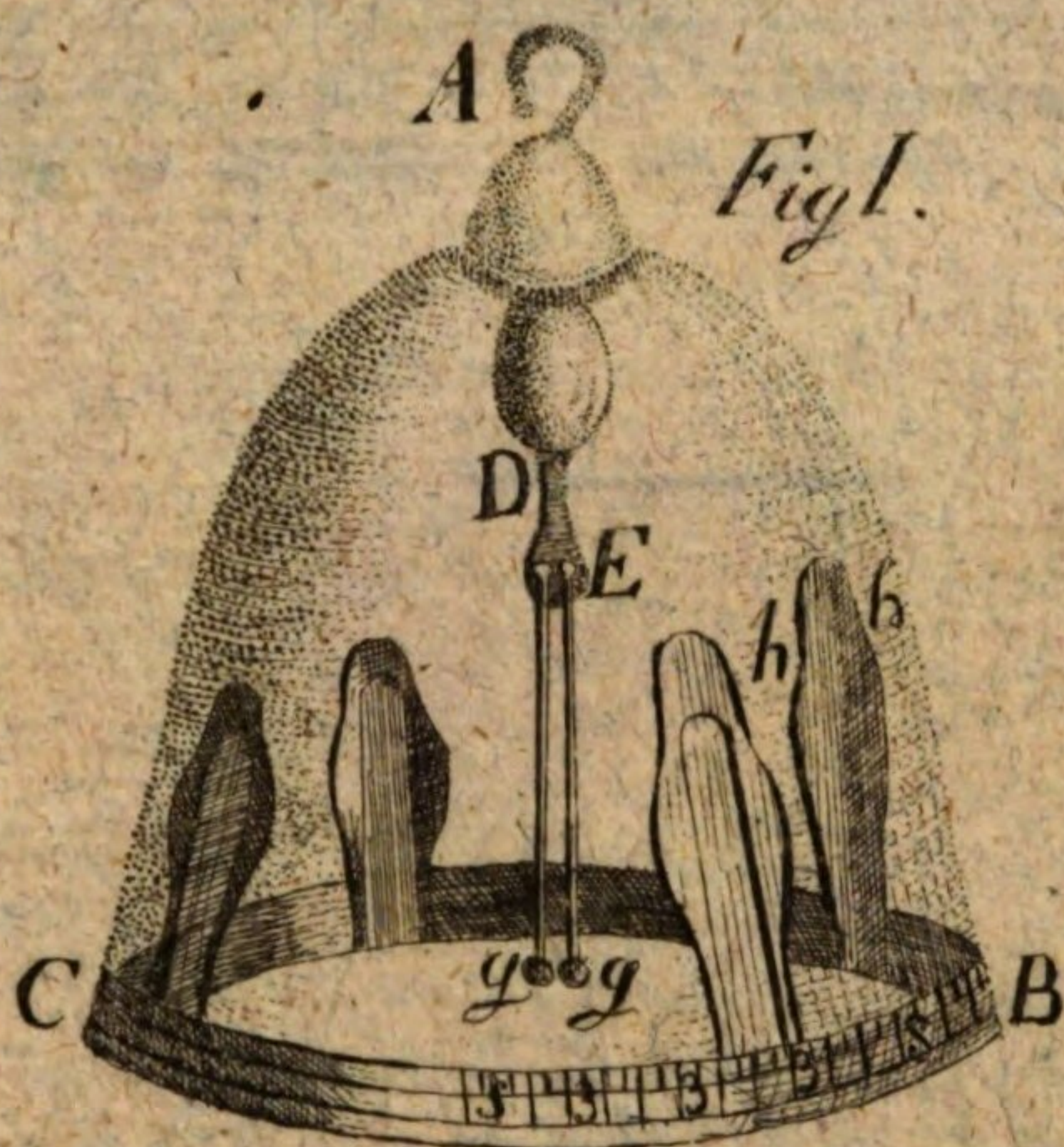
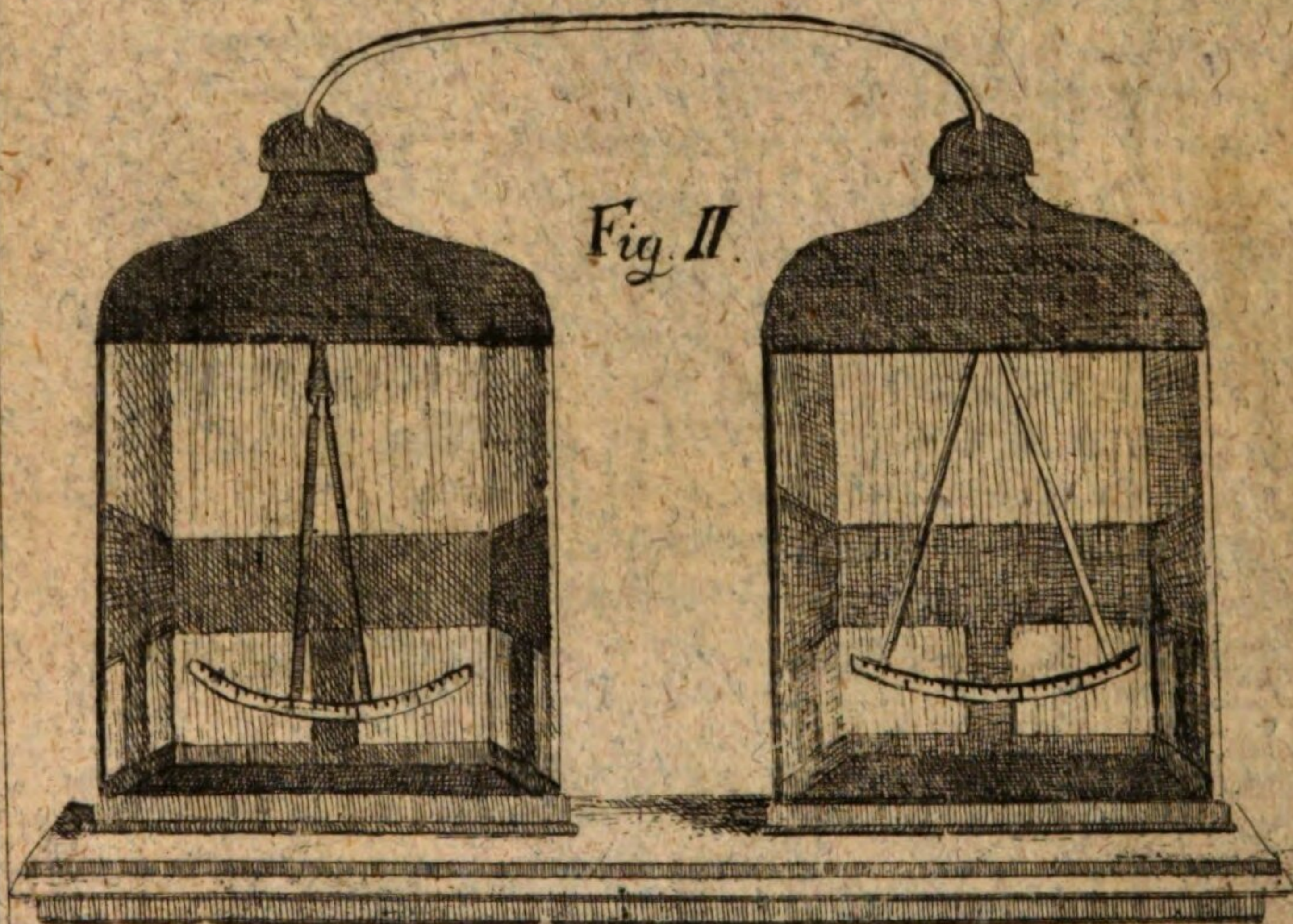
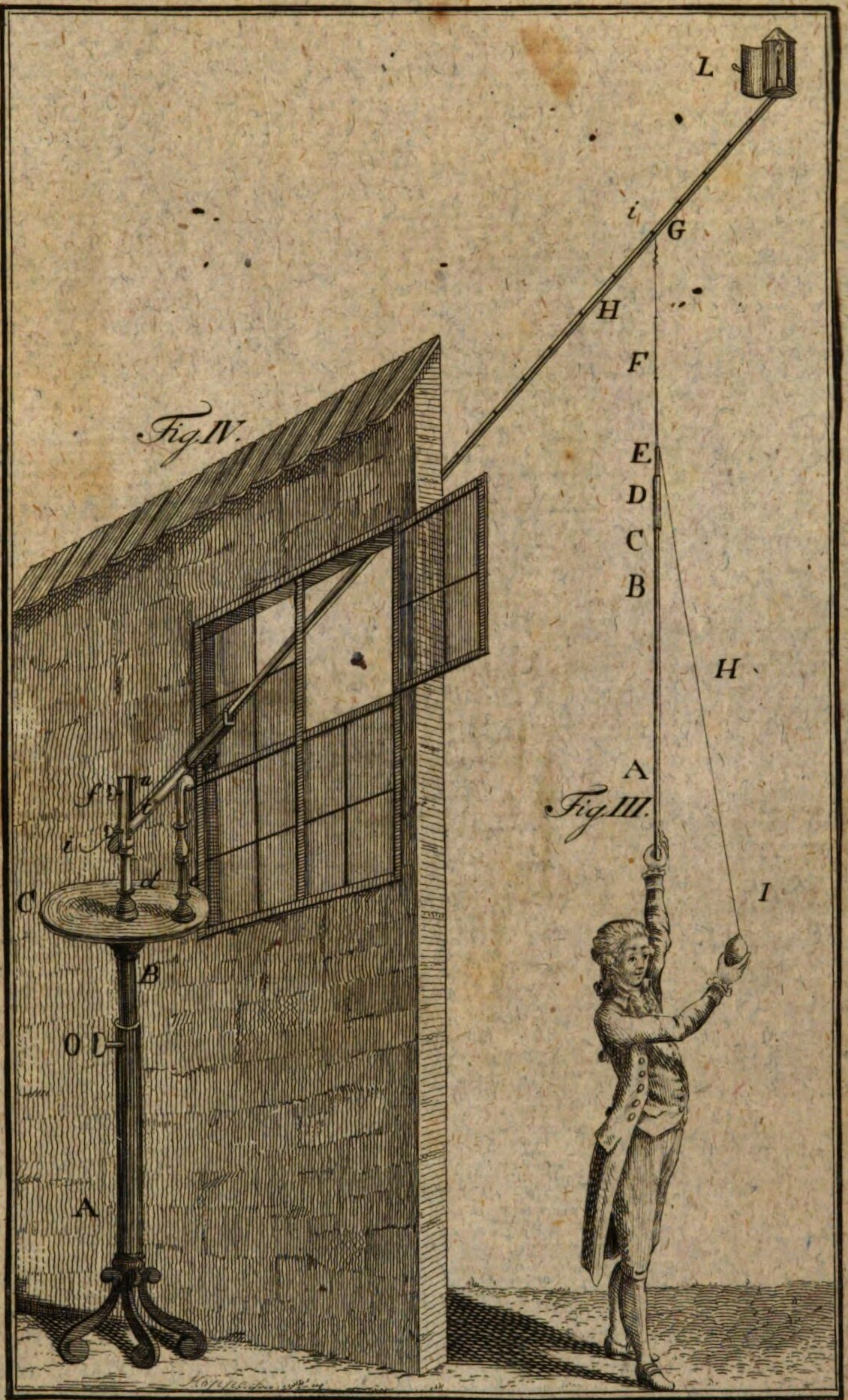


Fig. II.



T. & L.





Volta, Alessandro,

Alexander Volta's meteorologische Beobachtungen besonders über die atmosphärische Elektrizität. Aus dem Italiänischen mit Anmerkungen des Herausgebers und Kupfern

Leipzig 1799

Phys.sp. 696

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10134973-5

VD18 11511745